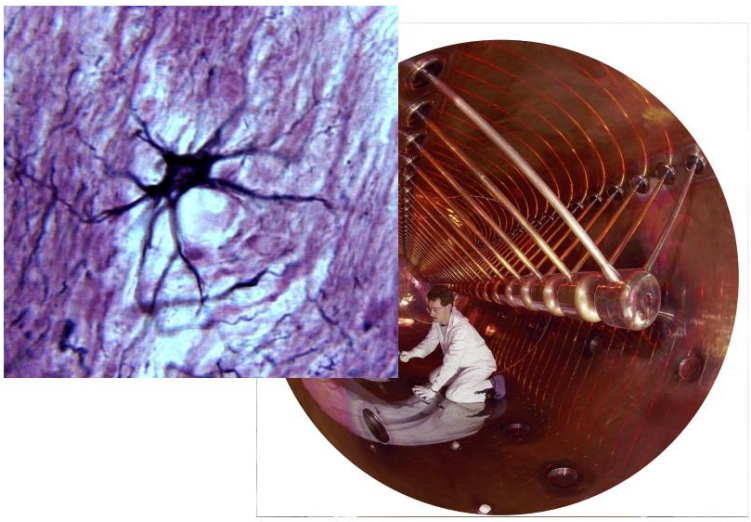
Machine Translated by Google

Elektrik
ve
Manyetizma

Benjamin Crowell



Giriş niteliğindeki fizik ders kitaplarının Iş ık ve Madde serisinin 4. Kitabı
www.lightandmatter.com

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Elektrik ve Manyetizma

Machine Translated by Google

Baş langıç fiziği ders kitaplarının
Iş ık ve Madde serisi:

1 Newton Fiziği

2 Koruma Kanunları

3 Titreş imler ve Dalgalar

4 Elektrik ve Manyetizma

5 Optik

6 Fizikte Modern Devrim

Machine Translated by Google

Elektrik ve Manyetizma

Benjamin Crowell

www.lightandmatter.com

Machine Translated by Google

Işık ve Madde
Fullerton, Kaliforniya
www.lightandmatter.com

© 1999-2002 Benjamin Crowell tarafından
Tüm hakları saklıdır.

Sürüm 2.1
rev. 2002-06-11

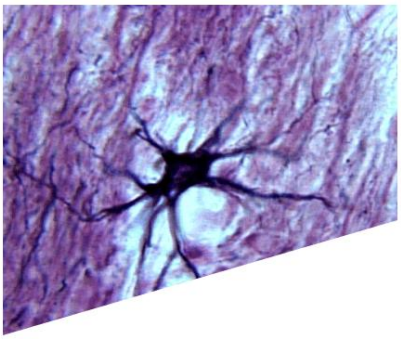
ISBN 0-9704670-4-4

Machine Translated by Google

Arnold Arons'a.

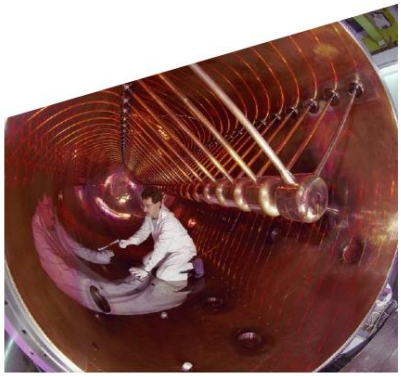
Machine Translated by Google

Machine Translated by Google



Kısa İçindekiler

1 Elektrik ve Atom..... 15 2
Çekirdek 41 3
Devreler, Kısım 1 .. .. 71 4
Devreler, 2. Kısım 95 5
Kuvvet Alanları 109 6
Elektromanyetizma 127
Egzersizler 147
Çözümler 153
Sözlük 155
Dizin 157



Machine Translated by Google

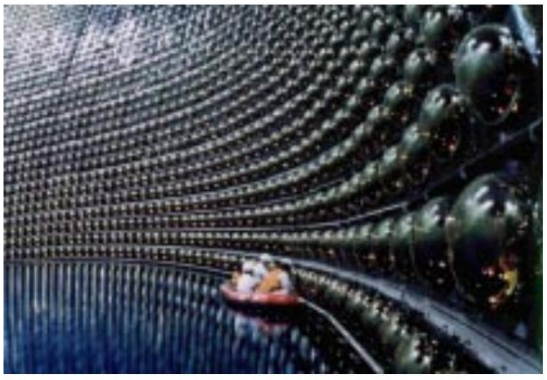
İçindekiler

Önsöz 13

1 Elektrik ve Atom 15

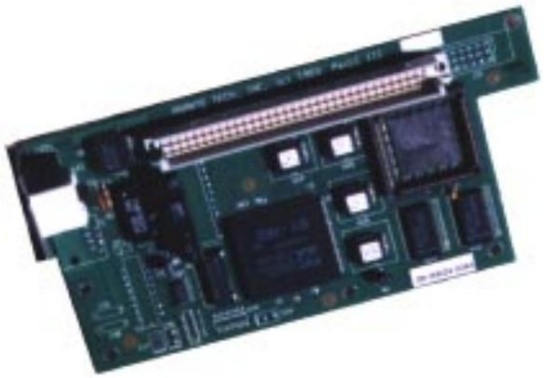
1.1 Atomik Kuvvet Arayış ı ..... 16 1.2 Yük, Elektrik ve Manyetizma ..... 18 1.3 Atomlar .... 22 1.4 Yükün Nicelenmesi .... 28 1.5 Elektron .... 31 1.6 Atomun Üzüm Kurabiye Modeli . 35 Özet .... 37 Ev Ödevi Problemleri 38

2 Çekirdek .....41 2.1 Radyoaktivite .... 41 2.2 Atomun Gezegensel Modeli ..... 45 2.3 Atom Numarası .... 48 2.4 Çekirdeklerin Yapısı ..... 52 2.5 Güçlü Nükleer Kuvvet, Alfa Bozunması ve Fisyon ..... 56 2.6 Zayıf Nükleer Kuvvet; Beta Bozunması 58 2.7 Füzyon .... 61 2.8 Nükleer Enerji ve Bağlayıcı Enerjiler. 62 2.9 İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri 65 2.10* Elementlerin Yaratılış ı ..... 67 Özet .... 69 Ev Ödevi Sorunları 70



3 Devre, Kısım 1 71

3.1 Akım..... .72 3.2 Devreler .... 75 3.3 Gerilim .... 76 3.4 Direnç ..... 80 3.5 Malzemenin Akım İletken Özellikleri eğer .... 87 3.6 Kalkülüs Uygulamaları ..... 90 Özet .... 91 Ev Ödevi Sorunları 92

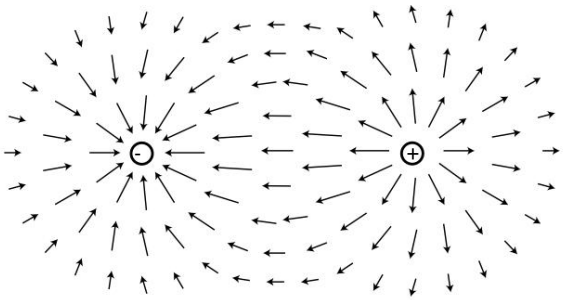


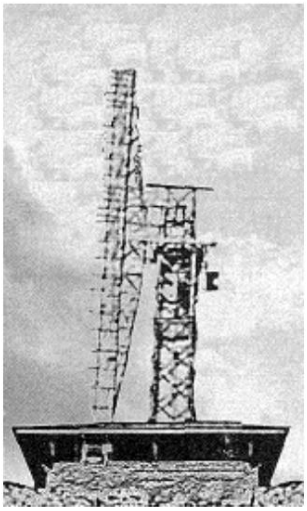
4 Devre, 2. Kısım 95

4.1 Şemalar ..... 96 4.2 Paralel Dirençler ve Kavşak noktası Kural .... 97 4.3 Seri Dirençler ..... 101 Özet .... 105 Ödev Problemleri 106

Machine Translated by Google

5 Kuvvet Alanları .....109 5.1 Neden Alanlar? 110
5.2 Yerçekimi Alanı 112
5.3 Elektrik Alanı 114
5.4 Düzgün Olmayan Alanlar için Gerilim .....
120 5.5 İki veya Üç Boyut 121
5.6 Sürekli Yükün Alanı Dağıtım 123
Özet ....119 Ödev Sorunları 120





Not: Aşağıdaki konuların kapsamı için Simple Nature'a (www.lightandmatter.com/ area1sn.html) bakın: Biot-Savart yasası, LRC devreleri, Maxwell denklemleri.

6 Elektromanyetizma .127
6.1 Manyetik Alan ..... 128 6.2 Manyetik Alanların ve Kuvvetlerin Hesaplanması ....
126 6.3 İndüksiyon ....
132 6.4 Elektromanyetik Dalgalar .....
136 6.5 Alanlardaki Enerjiyi Hesaplama 138
6.6* Simetri ve El Kullanımı 142
Özet .... 143 Ödev Sorunları 144
Alıştırmalar 149
Çözümler 155
Sözlük 157
Dizin 157

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

önsöz

Sen kimsin? Kimliğinizi kimliğinizle ne kadar iliş kilendirseniz de fiziksel görünüm, kiş iliğinizin nihayetinde beyninizin elektrik ağının benzersiz düzenlemesinde bulunduğunu bilirsiniz.
Mary Shelley elektriği, ölübir kurbağanın bacağını sarsabilecek veya Dr.
Frankenstein'ın canavarı, ama ş imdi gerç eğin hem daha incelikli hem de daha harika olduğunu biliyoruz. Elektrik hayatın maddesi değil, bilincin maddesidir.

Evrenin, kendi güneş sistemimizde, sulu bir antik Mars ve Jüpiter'in uydusu Europa'nın buzlu yüzeyinin altında uzanan okyanuslar da dahil olmak üzere, yaş am iç in ç ok sayıda uygun yaş am alanı ürettiğine dair kanıtlar artıyor. Ancak biz fosilleş miş Mars bakterilerinin iddialarını tartış ırken bile, üç üncünesil radyo astronomları dünya dış ı zeka arayış ında statik bir boş araziden baş ka bir ş ey bulamamış lardır.

Evrende yaş am her yerde varken bilinç nadir midir? Jeolojik zaman açısından, koş ullar uygun olduğunda Dünya'da yaş amın ortaya çıkması iç in sadece bir göz kırpması yeterliydi, bu yüzden baş ka bir yerde var olduğuna inanmak iç in her türlüneden var. Bununla birlikte, büyük beyinli memeliler, tek hücreli yaş amın egemenliğini sürdüren biyosferimizin kayıtlarında sanal bir sonradan düş ünülmüş olarak görünmektedir. Ş imdi, fenomenlerini kendi zihninizin oluş turduğu elektrik ve manyetizma ç alış manıza baş lıyorsunuz. Bu müthiş yalnızlık görüntüsüne biraz kafa yorun: On milyar yıldızdan oluş an galaksimizde, bir elektrik yükleri ve alanlar koleksiyonunun kendi varlığını düş ünebileceği baş ka bir gezegen olmayabilir.

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

1 Elektrik ve Atom

Teleskopun bittiği yerde mikroskop baş lar. İkisinden hangisi daha büyük manzaraya sahip?

Victor Hugo

Babası annesinin hamileliği sırasında öldü Çocukken onun tarafından reddedildi, o yeniden evlendiğinde yatılı okula götürüldü Kendisi hiç evlenmedi, ancak orta yaş ta çok daha genç bir adamla yoğun bir iliş ki kurdu, psikotik bir kırılma geçirdiğinde sonlandırdığı bir iliş ki. Erken bilimsel baş arılarının ardından, profesyonel hayatının geri kalanını çoğunlukla simyanın sırlarını çözememesi nedeniyle hayal kırıklığı içinde geçirdi.

Tarif edilen adam Isaac Newton'dur, ancak standart ders kitabı menkıbesinin muzaffer Newton'u değildir. Neden hayatının üzücü tarafında duruyorsun? Modern bilim eğitimcisi için, Newton'un ömür boyu simyaya olan takıntısı, modern mekanik biliminin yaratılması olan ana baş arısından bir utanç, bir oyalama gibi görünebilir. Ancak Newton için simya araş tırmaları doğal olarak kuvvet ve hareket araş tırmalarıyla ilgiliydi. Newton'un hareket analizinde radikal olan ş ey evrenselliğiydi: hem gökleri hem de yeri aynı denklemlerle tanımlamayı baş ardı, oysa daha önce

Machine Translated by Google

Güneş, ay, yıldızlar ve gezegenlerin dünyadaki nesnelerden temelde farklı olduğu varsayılmıştır. Ancak Newton, bilimin tüm doğayı birleşik bir şekilde tanımlaması durumunda, insan ölçeğini evrenin ölçeğiyle birleştirmenin yeterli olmadığını fark etti: mikroskobik evreni de resme sığdırana kadar tatmin olmayacaktı.

Newton'un başarısız olması bizi şaşırtmamalı. Atomların varlığına kesin olarak inansa da, atomların varlığına dair, eski Yunanlıların onları tamamen felsefi temellere dayanarak ilk kez ortaya koydukları zamandan daha fazla deneysel kanıt yoktu. Simya, bir gizlilik ve mistisizm geleneği altında çalıştı. Newton, bulanık kafalı "doğal felsefe" alanını, modern fizik bilimi olarak tanıyacağımız bir şeye neredeyse tek başına dönüştürmüştüve onu simyayı modern kimyaya dönüştürmediği için eleştirmek haksızlık olurdu. Zaman olgunlaşmamıştı. Mikroskop yeni bir icattı ve Newton'un çağdaşı Hooke canlıların hücrelerden oluştuğunu keşfettiğinde en son bilimdi.

1.1 Atom GücüArayışı

Newton, akıl çağının ilki değildi. O büyücülerin sonuncusuydu...

John Maynard Keynes

Newton'un arayışı

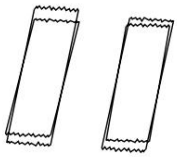
Yine de Newton'un düşünce trenini alıp, modern geçmişe bakışın faydasıyla bizi nereye götürdüğünügörmek öğretici olacaktır. Varoluşun insani ve kozmik ölçeklerini birleştirirken, her ikisini de aktörlerin nesneler (ağaçlar ve evler, gezegenler ve yıldızlar) olduğu, çekimler ve itmeler yoluyla etkileşime giren aşamalar olarak yeniden tasavvur etmişti. Mikro dünyada yaşayan nesnelerin atomlar olduğuna zaten ikna olmuştu, bu yüzden yalnızca birbirlerine ne tür kuvvetler uyguladıklarını belirlemek için kaldı.

Bir sonraki kavrayışı, onu hayata geçirememesi nedeniyle daha az parlak değildi. İnsan ölçeğindeki pek çok kuvvetin -sürtünme, yapışkan kuvvetler, nesneleri aynı alanı işgal etmekten alıkoyan normal kuvvetler vb.- hepsinin basitçe atomlar arasında hareket eden daha temel bir kuvvetin ifadeleri olması gerektiğini fark etti. Bant kağıda yapışır çünkübanttaki atomlar kağıttaki atomları çeker. Evim, atomları altındaki pisliğin atomlarını ittiği için dünyanın merkezine düşmüyor.

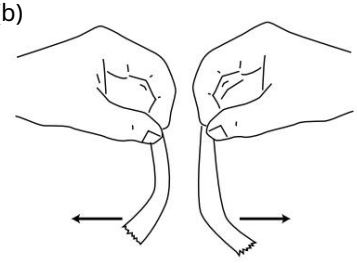
İşte o sıkıştı. Atomik kuvvetin bir evrensel, temel ve matematiksel olarak basit olduğunu bildiği yerçekimi biçimi. Bununla birlikte, yerçekimi her zaman çekicidir, öyleyse onu hem çekici hem de itici atomik kuvvetlerin varlığını açıklamak için nasıl kullanabilir? Sıradan büyüklükteki nesneler arasındaki çekim kuvveti de son derece küçüktür, bu yüzden bizi yerçekimsel olarak çeken arabaları ve evleri asla fark etmeyiz. Bir kalbin atışı ya da kalp atışının patlaması kadar güçlübir şeyden yerçekiminin nasıl sorumlu olduğunu anlamak zor olurdu.

Machine Translated by Google

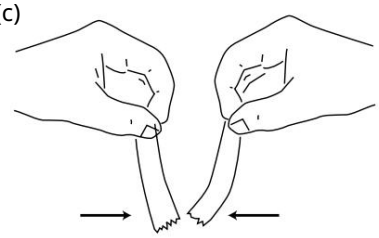
(a)



(b)



(c)



barut. Newton, örneğin sperm tarafından yumurtaya taşınacak başka bir kuvvet, belki de bir "ilahi kuvvet" veya "bitkisel kuvvet" hakkında spekülasyonlarla dolu milyonlarca kelimelik simya notları yazmaya devam etti.

Neyse ki, artık atom kuvveti adayı olarak farklı bir şüpheliyi araştıracak kadar bilgimiz var: elektrik. Sürtünme (veya diğer yüzey etkileşimleri) ile hazırlanan nesneler arasında, örneğin giysiler kurutucuda birbirine sürttüğünde, genellikle elektrik kuvvetleri gözlenir.
Yararlı bir örnek şekil (a)'da gösterilmiştir: bir masa üstüne iki parça bant yapıştırın ve sonra bunların üzerine iki parça daha koyun. Her bir çifti masadan kaldırın ve ardından ayırın. İki üst parça daha sonra birbirini itecektir, (b), tıpkı iki alt parça gibi. Ancak alt parça üst parçayı çekecektir (c). Bunun gibi elektriksel kuvvetler, bazı yönlerden yerçekimine benzer, zaten temel olduğunu bildiğimiz diğer kuvvet:

- Elektriksel kuvvetler evrenseldir. Kürk, kauçuk ve plastik gibi bazı maddeler elektrik hazırlığına diğerlerinden daha güçlü tepki verse de, tüm maddeler bir dereceye kadar elektrik kuvvetlerine katılır.
  "Elektrik olmayan" bir madde diye bir şey yoktur. Madde hem doğası gereği yerçekimi hem de doğası gereği elektrikseldir.
- Deneyler, yerçekimi kuvveti gibi elektrik kuvvetinin de ters kare bir kuvvet olduğunu göstermektedir. Yani iki küre arasındaki elektrik kuvveti, aralarındaki 1/r2 ile orantılıdır . , r merkezden merkeze mesafedir

Ayrıca, atomlar arasındaki temel kuvvet adayları olarak elektrik kuvvetleri yerçekiminden daha anlamlıdır, çünküonların çekici ya da itici olabileceklerini gözlemledik.

Machine Translated by Google

1.2 Yük, Elektrik ve Manyetizma

Yük "Yük",

bir cismin elektrik kuvvetlerine katılmak üzere hazırlandığını belirtmek için kullanılan teknik terimdir. Bu, terimin ayrım gözetmeksizin elektrikle ilgili herhangi bir şey için kullanıldığı yaygın kullanımdan ayırt edilmelidir. Örneğin, bir pili halk dilinde "şarj etmekten" söz ediyor olsak da, bir pilin teknik anlamda şarjının olmadığını kolayca doğrulayabilirsiniz, örn. önceki bölüm.

İki tür ücret

Farklı güçler arasındaki elektriksel kuvvetler hakkında tonlarca veriyi kolayca toplayabiliriz. farklı şekillerde yüklenen maddeler. Örneğin tavşan kürküne sürtünerek hazırlanan kedi kürkünün ipek üzerine sürtünen camı çekeceğini bulduk. Tüm bu bilgilerden nasıl bir anlam çıkarabiliriz? Gerçekten sadece iki tür ücret olduğuna dikkat edilerek büyük bir sadeleştirme elde edilir. A tipinin temsilcisi olarak tavşan kürküne sürülen kedi kürkünüve B tipi için ipek üzerine sürtünen camı seçtiğimizi varsayalım. Şimdi "C tipi" olmadığını göreceğiz. Herhangi bir yöntemle elektriklendirilen herhangi bir nesne ya A benzeridir, A'nın çektiği şeyleri çeker ve ittiği şeyleri iter ya da B gibi, B ile aynı çekicilikleri ve itmeleri gösterir. İki tür, A ve B her zaman zıt etkileşimler sergiler. A, yüklübir cisimle bir çekim gösterirse, B'nin onunla itilmeye maruz kalması garanti edilir ve bunun tersi de geçerlidir.

Coulomb

Sadece iki tür yük olmasına rağmen, her tür farklı miktarlarda gelebilir. Yükün metrik birimi, aşağıdaki gibi tanımlanan coulomb'dur ("salya akıyor" ile kafiyelidir):

> Bir Coulomb (C), 1 m'lik bir mesafeyle ayrılmış 1 C'lik yüklere sahip iki nokta benzeri nesne arasında 9.0x109 N'luk bir kuvvet meydana gelecek şekilde yük miktarı olarak tanımlanır .

Bir ücret miktarının gösterimi q'dur. Tanımdaki sayısal faktörün kökeni tarihseldir ve ezberlemeye değmez. Tanım, nokta benzeri, yani çok küçük nesneler için belirtilmiş tir, çünküaksi takdirde bunların farklı parçaları birbirinden farklı mesafelerde olurdu.

Machine Translated by Google

İki tür yüklüparçacık modeli Deneyler, nesneleri sürtme veya başka şekilde şarj etme yöntemlerinin tümünün iki nesne içerdiğini ve her ikisinin de sonunda yüklendiğini gösteriyor. Bir nesne belirli bir miktarda bir yük alırsa, diğeri eşit miktarda diğer türden ücret alır. Bunun çeşitli yorumları mümkündür, ancak en basit olanı, maddenin temel yapı taşlarının, her biri bir yük türüyle birlikte iki farklı şekilde gelmesidir. Nesneleri birbirine sürtmek, bu parçacıkların bir kısmının bir nesneden diğerine aktarılmasına neden olur.

Bu modelde, elektriksel olarak hazırlanmamış bir nesne aslında her iki tür yüke de sahip olabilir, ancak miktarlar eşittir ve bunlar boyunca aynı şekilde dağıtılır. A tipi, B tipinin çektiği her şeyi ittiğinden ve bunun tersi de geçerli olduğundan, nesne diğer herhangi bir nesne üzerinde toplam sıfır kuvveti oluşturacaktır. Bu bölümün geri kalanı bu modeli ete kemiğe büründürüyor ve bu gizemli parçacıkların atomların iç parçaları olarak nasıl anlaşılabileceğini tartışıyor.

Yük için pozitif ve negatif işaretlerin kullanımı

İki tür yük birbirinin kuvvetlerini ortadan kaldırma eğiliminde olduğundan, onları pozitif ve negatif işaretler kullanarak etiketlemek ve bir cismin toplam yükünü tartışmak mantıklıdır. Hangi tür ücretin negatif, hangisinin pozitif olarak adlandırılacağı tamamen keyfidir. Benjamin Franklin, bizim "A" dediğimiz şeyi olumsuz olarak tanımlamaya karar verdi, ancak herkes birbiriyle tutarlı olduğu sürece bu gerçekten önemli değil. Toplam yüksıfır olan bir nesneye (her iki türden de eşit miktarda) elektriksel olarak nötr denir.

Kendi Kendine Kontrol

Aşağıdaki ifadeyi eleştirin: "İki tür suçlama vardır, çekici ve itici."

Coulomb yasası

Çok sayıda deneysel gözlem şu şekilde özetlenebilir:

Coulomb yasası

Merkezden merkeze r mesafesinde noktasal yüklücisimler arasında etkiyen kuvvetin büyüklüğüdenklem ile verilir.

$$|F| = k \frac{|q_1 q_2|}{r^2},$$

burada k sabiti 9.0x109 N. m2 /C2'ye eşittir . Yükler farklı işaretlere sahipse kuvvet çekici ve aynı işarete sahipse iticidir.

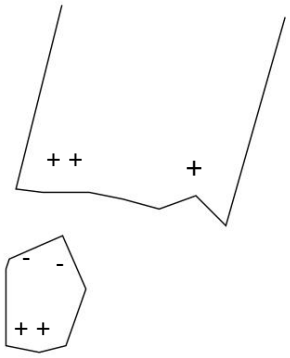
Akıllı modern teknikler , Coulomb yasasının 1/r2 formunun inanılmaz bir doğrulukla test edilmesine izin verdi ve üssün 1.99999999999999998 ile 2.00000000000000002 aralığında olduğunu gösterdi.

Coulomb yasasının Newton'un yerçekimi yasasına çok benzediğine dikkat edin, kuvvetin büyüklüğünün $Gm_1 m_2 / r^2$ olduğu , bunun dışında sadece yerde , iki değil, bir tür kütle ve yerçekimi kuvvetleri asla itici değildir. İki tür kuvvet arasındaki bu yakın benzerlikten dolayı,

Her iki tip de ya bir çekime ya da bir itmeye dahil olabilir. Pozitif bir yük, ya bir çekime (negatif yükle) ya da bir itmeye (başka bir pozitif ile) dahil olabilir ve bir negatif, bir çekime (pozitif ile) ya da bir itmeye (negatif ile) katılabilir.

Machine Translated by Google

(a) Yüklübir bant parçası, yüksüz kağıt parçalarını uzaktan çeker ve ona doğru sıçrarlar.



(b) Kağıdın toplam yüküsıfırdır, ancak içinde hareket edebilen yüklü parçacıklar vardır.

yerçekimi kuvvetleri hakkındaki bilgimizin büyük bir kısmı. Örneğin, kabuk teoreminin elektriksel bir eş değeri vardır: Düzgün yüklüküresel bir kabuk tarafından harici olarak uygulanan elektrik kuvvetleri, tüm yük merkezinde toplanmış gibi aynıdır ve içeride uygulanan kuvvetler,
sıfır.

Yükün korunumu Elektrik yükü

için pozitif ve negatif işaretler kullanmanın daha da temel bir nedeni, deneylerin yükün şu tanıma göre korunduğunu göstermesidir: herhangi bir kapalı sistemde, toplam yük miktarı sabittir. Bu nedenle, başlangıçta yüksüz maddeleri birbirine sürtmenin her zaman, birinin belirli bir miktarda bir tür yük kazandığı, diğerinin ise diğer türden eşit miktarda kazandığı sonucuna varırız. Maddenin pozitif ve negatif parçacıklardan oluştuğu modelimizde yükün korunumu doğal görünmektedir. Her parçacık üzerindeki yük, o tür parçacığın sabit bir özelliğiyse ve parçacıkların kendileri ne yaratılabiliyor ne de yok edilemiyorsa, o zaman yükün korunumu kaçınılmazdır.

Nötr cisimleri içeren elektriksel kuvvetler Şekil (a)'da

gösterildiği gibi, elektrik yüklübir cisim, yüksüz cisimleri çekebilir. Bu nasıl mümkün olabilir? İşin püf noktası, her bir kağıt parçasının toplam yükü sıfır olmasına rağmen, içinde hareket etme özgürlüğüolan en azından bazı yüklü parçacıklara sahip olmasıdır. Bandın pozitif yüklüolduğunu varsayalım, (b). Kağıttaki hareketli parçacıklar, bandın kuvvetlerine tepki vererek kağıdın bir ucunun negatif, diğer ucunun ise pozitif olmasına neden olur. Çekim kağıt ve bant arasındadır, çünkünegatif yüklüuç şeride daha yakındır.

Kendi Kendine Kontrol

Bant negatif yüklüolsaydı ne olurdu?

Önümüzdeki yol

Sadece gözlerimizin tanıklığından meydana geldiğini asla anlayamayacağımız karmaşık elektriksel davranışlarla karşılaşmaya başladık. Mekaniğin makaraları, blokları ve eğik düzlemlerinden farklı olarak, elektrik ve manyetizma sahnesindeki aktörler, günlük deneyimlerimize yabancı, görünmez fenomenlerdir. Bu nedenle, fizik eğitiminizin ikinci yarısının tadı çarpıcı biçimde farklıdır, daha çok deneylere ve tekniklere odaklanır. Bir telden geçen yüküasla görmeseniz de, akışı ölçmek için bir ampermetre kullanmayı öğrenebilirsiniz.

Öğrenciler aynı zamanda ilk yarıyıllarından izlenim edinme eğilimindedirler. fizik ölübir bilimdir. Öyle değil! Gazetede okuduğunuz son teknoloji fizik araştırmalarına doğrudan götüren tarihi izi almak üzereyiz. 1900 civarında başlayan ve 1. ve 2. bölümlerde inceleyeceğimiz atom parçalama deneyleri 2000 yılındakilerden o kadar da farklı değildi - sadece daha küçük, daha basit ve çok daha ucuz.

Fark etmezdi. Kâğıttaki pozitif ve negatif yüklerin rolleri tersine çevrilecek, ancak yine de net bir çekim olacaktır.

Machine Translated by Google

Manyetik kuvvetler

Manyetizmanın ayrıntılı bir matematiksel tedavisi bu kitapta çok daha sonra yer alacaktır, ancak şimdi manyetizma hakkında birkaç basit fikir geliştirmemiz gerekiyor çünkübundan sonra geleceğimiz deneylerde ve tekniklerde manyetik kuvvetler kullanılıyor. Günlük mıknatıslar iki genel tipte gelir. Buzdolabınızdakiler gibi kalıcı mıknatıslar demirden veya çelik gibi demir atomları içeren maddelerden yapılır. (Bazı başka maddeler de işe yarar, ancak demir en ucuz ve en yaygın olanıdır.) Örneğin stereo hoparlörlerinizi titreten mıknatısların diğer türü, içinden elektrik yükünün aktığı tel bobinlerinden oluşur. Her iki mıknatıs türüde, örneğin buzdolabının kapısı gibi, manyetik olarak hazırlanmamış demirleri çekebilir.

Tek bir kavrayış, görünüşte karmaşık olan bu fenomenleri anlamayı çok daha basit hale getirir: manyetik kuvvetler, elektrik kuvvetlerine ek olarak meydana gelen hareketli yükler arasındaki etkileşimlerdir. Sarmal tel tipi bir mıknatısın yanına kalıcı bir mıknatıs getirildiğini varsayalım. Sargılı telin içinde hareketli yükler vardır çünküyüküakmaya zorlarız. Kalıcı mıknatısın içinde ayrıca hareketli yükler vardır, ancak bu durumda demirin içinde doğal olarak dönen yükler vardır. (Mıknatıslanmış bir demir parçasını bir tahta bloktan farklı kılan şey, tahtadaki yükün hareketinin organize olmaktan ziyade rastgele olmasıdır.) Sarmal tel mıknatıstaki hareketli yükler, kalıcı mıknatıstaki hareketli yükler üzerinde bir kuvvet uygular. , ve tersi.

Manyetizmanın matematiği, elektrik için Coulomb kuvvet yasasından önemli ölçüde daha karmaşıktır, bu yüzden derinlemesine incelemeden önce 6. bölüme kadar bekleyeceğiz. Şimdilik iki basit gerçek yeterli olacaktır:

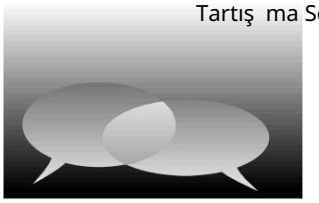
(1) Yüklübir parçacık, diğer uzayın yakınında bir bölgede hareket ediyorsa, yüklüparçacıklar da hareket eder, üzerindeki manyetik kuvvetleri hızıyla doğru orantılıdır.

(2) Hareket eden yüklübir parçacık üzerindeki manyetik kuvvet, parçacığın hareket ettiği yöne daima diktir.

Örnek: manyetik pusula
Dünya içeride erimiş ve bir tencere kaynar su gibi yuvarlanıyor ve çalkalanıyor. Aşırı basitleştirme yapmak için, elektrik yükü çalkalama hareketiyle birlikte taşınabilir, bu nedenle Dünya hareketli yük içerir. Manyetik pusulanın iğnesinin kendisi küçük bir kalıcı mıknatıstır. Dünyanın içindeki hareketli yük, pusula iğnesinin içindeki hareketli yük ile manyetik olarak etkileşir ve pusula iğnesinin etrafında dönmesine ve kuzeyi göstermesine neden olur.

Örnek: Birtelevizyon tüpü
Bir TV resmi, tüpün arkasından öne doğru gelen bir elektron akışıyla boyanır. Işın, bir kitabın bir sayfasını tarayan bir okuyucu gibi tüpün tüm yüzeyini tarar.
Kirişi yönlendirmek için manyetik kuvvetler kullanılır. Kiriş, borunun arkasından öne doğru geldiğinden, direksiyon için yukarı-aşağı ve sol-sağ kuvvetlerine ihtiyaç vardır. Ancak manyetik kuvvetler, ilk etapta ışını hızlandırmak için kullanılamaz, çünkü bunlar elektronların hareket yönüne göre ileriye doğru değil, yalnızca dik yönde itebilirler.

Machine Translated by Google



Tartışma Soruları A. 1 m mesafedeki iki nokta benzeri nesne arasındaki elektriksel çekim 9x109 N ise, neden onların yüklerinin +1 ve –1 C olduğunu çıkaramıyoruz? Bunu kanıtlamak için başka hangi gözlemleri yapmamız gerekir?
B. Elektrik yüklübir bant parçası elinize çekilecektir. Bu, elinizdeki hareketli yüklüparçacıkların pozitif mi yoksa negatif mi, yoksa her ikisi mi olduğunu söylememize izin veriyor mu?

1.3 Atomlar

Atoma hoş, sert bir adam, zevke göre kırmızı veya gri renkte bakmak üzere yetiştirildim.

Rutherford

Atomculuk

Yunanlılar son birkaç bin yılda çok fazla tekmelendi

nia: Romalıların egemenliğinde, Haçlı seferleri sırasında Kutsal Topraklara gidip gelen savaş ağalarının zorbalığına uğrayan ve yakın zamana kadar Türkiye tarafından işgal edilen bölge.

En iyi düşünürlerinin demokrasi ve atom gibi kavramları bulduğu salata günlerini hatırlamayı tercih etmelerine şaşmamalı. Yunanistan, bir askeri diktatörlük döneminden sonra yeniden demokratiktir ve madeni paralarından birinde gururla bir atom resmedilmiştir. Bu nedenle, maddenin atomlardan oluştuğuna dair eski Yunan hipotezinin tamamen tahminden ibaret olduğunu söylemek beni üzüyor. Atomlar için gerçek bir deneysel kanıt yoktu ve 18. yüzyılda Dalton tarafından atom kavramının yeniden canlandırılması, Yunanlılara "bölünemez" anlamına gelen isim dışında çok az şey borçluydu. 1899'da fizikçi JJ Thomson, atomların içlerinde daha da küçük şeyler olduğunu deneysel olarak kanıtladığında, Yunan görkeminden daha da acımasızca çıkarılarak, ismin uygunsuz olduğu gösterildi. (Thomson onlara "elektron" adını verdi.) "Bölünemez" sonuçta bölünebilirdi.

Ama bu bizim hikayemizin önüne geçiyor. Aradan geçen iki bin yılda atom kavramına ne oldu? Eğitimli insanlar bu fikri tartışmaya devam ettiler ve onun lehinde olanlar onu çeşitli gerçekler ve fenomenler için makul açıklamalar vermek için sıklıkla kullanabilirdi. Kolayca açıklanan bir gerçek, kütlenin korunumuydu. Örneğin, 1 kg su ile 1 kg pisliği karıştırırsanız, tam olarak 2 kg çamur elde edersiniz, ne eksik ne fazla. Aynısı, suyun dondurulması, biranın fermente edilmesi veya kumtaşının toz haline getirilmesi gibi çeşitli işlemler için de geçerlidir. Atomlara inanıyorsanız, kütlenin korunumu çok mantıklıydı, çünkütüm bu işlemler toplam atom sayısını değiştirmeden atomları karıştırmak ve yeniden düzenlemek olarak yorumlanabilirdi. Yine de bu, atomların varlığının kanıtı gibi bir şey değildir.

Atomlar var olsaydı, ne tür atomlar vardı ve farklı türleri birbirinden ayıran neydi? Boyutları mı, şekilleri mi, ağırlıkları mı, yoksa başka bir kalite mi? Antik ve modern atomculuklar arasındaki uçurum, bu konularda bu yüzyıla kadar var olan vahşi spekülasyonları göz önünde bulundurduğumuzda ortaya çıkıyor. Eskiler dört tür atom olduğuna karar verdiler: toprak, su, hava ve ateş; en çok

Machine Translated by Google

Şimdi mi yoksa hiç atomcu oldun mu?

"Ne yersen osun." glib modern ifade daha fazla
veya daha az, sindirimin atomik açıklamasını varsayar.
Ne de olsa, eski çağlarda sindirim oldukça gizemliydi.
zamanlar ve modern öncesi kültürler tipik olarak
yemek yemekten bir tür gizemli "yaşam gücü" çıkarmanıza izin verdi.
Mitler bol miktarda
cesaret veya ritüel gibi soyut niteliklerin
kirlilik, yediğiniz yiyecekler yoluyla vücudunuza girebilir. İçinde
Bu doğaüstübakış açılarının tersine, eski atomcuların sindirimin
tamamen doğalcı bir yorumu vardı. Besin atomlardan yapılmıştır
ve
onu sindirdiğinde, sadece bazılarını çıkarıyordun
ondan atomlar ve onları kendi vücut dokularınız için gerekli
kombinasyonlarda yeniden düzenler. Daha fazla
ilerici ortaçağ ve rönesans bilim adamları sevdi
bu tür bir açıklama. Araba kullanmak için endişeliydiler
Aristoteles fiziğinin (ve onun
süslenmiş, Kilise dostu versiyon, skolastisizm),
onlara göre nesnelere çok fazla okült özellik ve "amaç" atfetmiştir.
Örneğin, bir taşın neden yeryüzüne düştüğüne ilişkin Aris totelyan
açıklaması
dinlenmenin "doğası" veya "amacı" olmasıydı
yerde.

Sindirimi açıklamak için görünüşte masum girişim
Bununla birlikte, doğal olarak, atomistleri elde etmekle sona erdi.
Kilise ile başı büyük belada. Sorun şuydu
Kilise'nin en önemli ayini, ekmek ve şarap yemek ve böylece
günahın bağışlanmasının doğaüstüetkisini elde etmektir. Bağlantılı
olarak
Bu ritüelde, transubstantiation doktrini şunu ileri sürer:
eucharistic ekmek ve şarabın kutsaması kelimenin tam anlamıyla
onu Mesih'in kanına ve etine dönüştürür. Atomculuk, dönüşümle
çelişen bir şey olarak algılanıyordu,
atomculuk, kutsamanın mümkün olduğunu inkar ediyor gibi göründüğüiçin
atomların doğasını değiştirir. Her ne kadar tarihi
Bilim kitaplarının çoğunda Galileo hakkında verilen bilgiler, onun
Engizisyon'la karşılaşmasını, dünyanın hareket edip etmediği
konusuna dönüşmesi olarak temsil eder.
tarihçiler, cezasının daha çok bununla ilgisi olduğuna inanıyorlar.
atomculuğu savunmasının yıktığı algısı
transubstantiasyon. (Karmaşık durumdaki diğer konular Galileo'nun
çatışmacı tarzı, Papa Urban'ın
askeri sorunlar ve Galileo'nun diyaloglarındaki aptal karakterin Papa
olması gerektiğine dair söylentiler.)
Uzun bir süre atomizme olan inanç,
bilim adamları için uygunsuzluk, fenomenlerin doğaüstü
yorumlarından ziyade doğal yorumlarını tercih etmenin bir yolu.
Galileo ve Newton'un evlenmesi
sonraki nesillerin Darwinizm'i veya Marksizmi benimsemesi gibi,
atomculuğun bir başkaldırı eylemiydi.

Skolastisizm ve atomizm arasındaki bir başka çatışma
at oms arasında ne olduğu sorusundan geldi. Modern insanlara bu
soruyu sorarsanız,
muhtemelen "hiçbir şey" veya "boş alan" yanıtını verir. Ama
Aristoteles ve onun skolastik ardılları,
boşluk, yani boşluk diye bir şey olamaz.
Bu mantıksız bir bakış açısı değildi, çünkü
hava, açtığınız herhangi bir alana hücum etme eğilimindedir ve
insanların nasıl olduğunu anladıkları rönesansa kadar değildi
vakum yapmak için.

---

popüler görüş, şekilleri ile ayırt edildikleriydi. Su atomları
küreseldi, bu nedenle suyun düzgün akma yeteneği. Ateş atomları keskindi
noktaları, bu yüzden ateş insanın tenine dokunduğunda canını acıtıyordu. (yok
binlerce yıl sonrasına kadar sıcaklık kavramı.) Büyük ölçüde
atomların yapısının farklı modern anlayışına ulaşıldı.
1895'ten 1905'e uzanan devrimci on yılın seyri.
1. ve 2. bölümlerin amacı, bu önemli deneyleri açıklamaktır.

Machine Translated by Google

Atomlar, ışık ve diğer her şey

Aristoteles gibi eski Yunan filozoflarıyla alay etme eğiliminde olsam da, onu bir şey için övmek için bir dakikanızı ayıralım. Aristoteles'in fizikle ilgili yazılarını okursanız (ya da sadece onları gözden geçirirseniz, tüm yaptığım bu), en çarpıcı şey, onun fenomenleri sınıflandırma ve fenomenler arasındaki ilişkileri analiz etme konusunda ne kadar dikkatli olduğudur. İnsan beyni doğal olarak iki tür fiziksel fenomen arasında bir ayrım yapar: nesneler ve nesnelerin hareketi. Kendini hemen bunlardan biri olarak sunmayan bir fenomen meydana geldiğinde, onu biri veya diğeri olarak kavramsallaştırmaya, hatta varlığını tamamen görmezden gelmeye yönelik güçlü bir eğilim vardır. Örneğin, fizik öğretmenleri öğrencilerin "dinamit patladı ve her yönden kuvvet çıktı" şeklindeki ifadelerine ürküyorlar. Bu örneklerde, maddi olmayan kuvvet kavramı, sanki fiziksel bir maddeymiş gibi zihinsel olarak kategorize edilmektedir. "Saati kurmanın yayda hareketi depoladığı" ifadesi, potansiyel enerjinin bir hareket biçimi olarak yanlış sınıflandırılmasıdır.

Bir fenomenin varlığının tamamen göz ardı edilmesine bir örnek, insanlara neden lambalara ihtiyacımız olduğunu sorarak ortaya çıkarılabilir. "Lamba odayı aydınlatır, böylece bir şeyleri görebiliriz" şeklindeki tipik yanıt, aydınlatılan şeylerden gözümüze gelen ışığın gerekli rolünü görmezden gelir.

Birinden size atomlar hakkında kısaca bilgi vermesini isterseniz, olası yanıt şudur: "her şey atomlardan yapılmıştır", ama şimdi gördük ki, bu ifadenin tam olarak hangi "her şeye" atıfta bulunacağı açık olmaktan çok uzaktır. 1900'lerin başlarında atomları araştırmaya çalışan bilim adamları için bu, önemsiz bir tanım meselesi değildi. Vakum tüpü adı verilen yeni bir alet vardı ve bunun günümüzde bilinen tek örneği bir televizyonun resim tüpüdür.
Kısacası, elektrik tamircileri vakum tüplerinin içinde ve çevresinde meydana gelen bir sürüyeni fenomen keşfettiler ve onlara "x-ışınları", "katot ışınları", "Hertz dalgaları" ve "N ışınları" gibi güzel isimler verdiler. Bunlar bize maddeyi bildiğimizi söyleyen gözlem türleriydi, ancak bunların kendilerinin madde biçimleri olup olmadığı konusunda şiddetli tartışmalar yaşandı.

Kendimizi 1900 yılında fizikçiler tarafından kullanılan fenomenlerin sınıflandırma düzeyine getirelim. Üç kategori tanımladılar: • Maddenin kütlesi vardır,

kinetik enerjisi olabilir ve bir boşlukta hareket edebilir, kütlesini ve kinetik enerjisini onunla birlikte taşıyabilir. Madde, hem kütlenin korunumu hem de her elementin atom sayısının korunumu anlamında korunur. Atomlar diğer atomlarla aynı alanı işgal edemezler, bu nedenle bir şeyin bir madde biçimi olmadığını kanıtlamanın uygun bir yolu, atomların birbirine yakın bir şekilde paketlendiği katı bir malzemeden geçebileceğini göstermektir.

- Işığın kütlesi yoktur, her zaman enerjisi vardır ve bir boşluktan geçerek enerjisini onunla birlikte taşıyabilir. İki ışık demeti birbirinin içinden geçebilir ve çarpışmadan zayıflamadan, yön değiştirmeden veya herhangi bir şekilde etkilenmeden çıkabilir. Işık, örneğin cam gibi belirli madde türlerine nüfuz edebilir.
- Üçüncü kategori, ışık veya madde tanımına uymayan her şeydir. Bu tümünü yakalama kategorisi, örneğin zaman, hız, ısı ve kuvveti içerir.

kimyasal elementler

Machine Translated by Google

Ne tür atomların olduğu nasıl anlaşılır? bugün, o
atom türlerini sınıflandırmak için deneysel bir program geliştirmek çok zormuş
gibi görünmüyor. Her bir atom türüiçin
karşılık gelen bir element, yani saf maddeden yapılmış olmalıdır.
atom türünden başka bir şey değildir. Atomların bölünemez olması gerekiyordu, bu nedenle
Süt gibi bir madde çalkalandığından beri muhtemelen elemental olamaz.
şiddetle iki ayrı maddeye ayrılmasına neden olur: tereyağı ve
kesilmiş sütün suyu. Benzer şekilde pas da bir element olamaz, çünkü
iki maddenin birleştirilmesi: demir ve oksijen. Görünürdeki mantıklılığına rağmen,
on sekizinci yüzyıla kadar böyle bir program yürütülmedi. bu
eskiler muhtemelen bunu yapmadı çünkügözlem evrensel değildi
doğayla ilgili soruları yanıtlamanın doğru yolu olarak kabul edildi ve ayrıca
çünkügerekli tekniklerden yoksunlardı ya da teknikler
demirciler ve madenciler gibi düşük sosyal statüye sahip emekçilerin ili.
Simyacılar, atomizmin yıkıcılık konusundaki itibarı tarafından engellendiler ve
mistisizme ve gizliliğe yönelik bir eğilimle. (Simyacıların karşılaştığı en ünlü
meydan okuma, kurşunu altına çevirmek, şimdi
imkansız olduğunu bilin, çünkükurşun ve altın her ikisi de elementtir.)

1900'e gelindiğinde, kimyagerler bulmak için oldukça iyi bir iş çıkarmışlardı.
unsurların neler olduğunu çıkardı. oranlarını da belirlemişlerdi.
farklı atomların kütlelerini oldukça doğru bir şekilde Tipik bir teknik
bir gram sodyum (Na) ile kaç gram sodyumun (Na) birleşeceğini ölçün.
tuz (NaCl) yapmak için klor (Cl). (Bu, zaten karar verdiğinizi varsayar
tuzun eşit sayıda Na ve Cl içerdiğine dair diğer kanıtlara dayanarak
atomlar.) Kütle oranlarının aksine, tek tek atomların kütleleri,
Dolaylı kanıtlara dayalı olarak yalnızca birkaç büyüklük mertebesi içinde
biliniyordu ve birçok fizikçi ve kimyager tek tek atomların varlığını inkar etti.
kullanışlı sembollerden daha fazlasıydı.

$$\frac{o}{m_H} = 3.97$$

$$\frac{m_{Evet}}{m_H} = 20.01$$

$$\frac{mSc}{m_H} = 44.60$$

Hidrojene kıyasla atom kütlelerinin örnekleri.
Nasıl olduğunu not edin
hepsi olmasa da bazıları tam sayılara yakındır.

Elementlerin anlamlandırılması

Machine Translated by Google

Bilgi biriktikçe, zorluk onu sistematize etmenin bir yolunu bulmaktı; modern bilim adamının estetik duygusu karmaşıklığa başkaldırır. Bu karmaşık unsurlar utanç vericiydi. Çağdaş bir gözlemci olan William Crookes, elementleri "önümüzde uzanan geniş Atlantik'i Kolomb'un bakışları önünde uzatan, alay eden, alay eden ve henüz hiç kimsenin çözemediği tuhaf bilmeceler mırıldanan" olarak tanımladı. İnsanların birçok atomun kütlesinin, en hafif element olan hidrojen kütlesinin neredeyse tam sayı katları olduğunu anlamaya başlaması çok uzun sürmedi. Birkaç heyecan verici tür, hidrojenin temel yapı taşı olduğu ve daha ağır elementlerin hidrojen kümelerinden oluştuğu konusunda spekülasyon yapmaya başladı. Bununla birlikte, geçit törenlerinin daha doğru ölçümlerle yağması uzun sürmedi, bu da tüm elementlerin hidrojenin tam sayı katlarına yakın atomik kütlelere sahip olmadığını ve hatta tam sayı katlarına yakın olanların bile olduğunu gösterdi. yüzde bir ya da öylesine kapalı.

Kimya profesörüDmitri Mendeleev, 1869'da derslerini hazırlarken, Öğrencilerinin daha anlaşılır olması için bilgilerini organize etmenin bir yolunu bulmak istedi. Tüm elementlerin isimlerini kartlara yazdı ve masasının üzerinde farklı şekillerde düzenlemeye başladı, karışıklığa anlam verecek bir düzenleme bulmaya çalıştı. Onun bulduğu satır ve sütun şeması aslında bizim modern periyodik tablomuzdur.
Modern versiyonun sütunları, benzer kimyasal özelliklere sahip element gruplarını temsil eder ve her sıra, üstündekinden daha büyüktür. Her sıranın üzerinden geçerken, bu neredeyse her zaman atomların ağırlık olarak da sıraya yerleştirilmesiyle sonuçlandı. Sistemi önemli kılan, tahmin değeriydi. Mendeleev'in kimyasal olarak benzer elementleri aynı sütunda tutmak için dama tahtasında boşluk bırakması gereken üç yer vardı. Bu boşlukları doldurmak için elementlerin var olacağını ve kütleler, kaynama noktaları ve yoğunluklar gibi sayısal özelliklerini tahmin etmek için aynı sütundaki diğer elementlerden ekstrapole veya enterpolasyon yapılacağını tahmin etti. Mendeleev'in profesyonel hisseleri, üç kübirden yükseldiğinde fırladı.

1 H																	2 O
3 O	4 olmak											5 B	6 C	7 N	8 Ö	9 F	10 Evet
11 Çoktan	12 Mg											13 Al	14 Ve	15 P	16 S	17 Cl	18 İle birlikte
19 K	20 O	21 sc	22 Nin-nin	23 İÇİNDE	24 cr	25 Mn	26 Fe	27 ortak	28 İçinde	29 İle birlikte	30 çinko	31 Burada	32 Ge	33 Olarak	34 Gör	35 Br	36 NOK
37 Rb	38 Bay	39 Y	40 Zr	41 not	42 ay	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 PD	47 saat	48 CD	49 İçinde	50 Sn	51 Sb	52 bu	53 _	54 Araba
55 C'ler	56 Değil	57 bu *	72 hf	73 Baş ına	74 İçinde	75 Tekrar	76 Sen	77 Ve	78 nokta	79 saat	80 Hg	81 TL	82 Pb	83 Birlikte	84 Sonrasında	85 saat	86 Rn
87 Cum	88 Güneş	89 Ve **	104 Rf	105 O sahip	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

*	58 Bu	59	60	61	62 Nd	63	64 Öğeden sonra	65	66 Sm	67	68 AB	69	70 gd	71	yemek	Ş unlar	İle	Dır-dır	Tm	yb	lu
**	Th	Peki			İÇİNDE		Örneğin		Abilir		Ben		Santimetre		bk	bkz.	Bu	FM	md	Numara	lr

Modern bir periyodik tablo. Aynı sütundaki elementler benzer kimyasal özelliklere sahiptir. Bölümde tartışılan modern atom numaraları. 2, Mendeleev'in zamanında bilinmiyordu, çünkümasa çeşitli şekillerde çevrilebilirdi.

Machine Translated by Google

elementler (daha sonra galyum, skandiyum ve germanyum olarak adlandırıldı) keş fedildi ve tahmin ettiği özelliklere çok yakın olduğu bulundu.

Mendeleev'in tablosunun açıklığa kavuş turduğu bir ş ey, kütlenin farklı elementlerin atomlarını ayırt eden temel özellik olmadığıydı. Masasının çalış masını sağlamak için, öğeleri katı bir ş ekilde kütleye göre sıralamaktan sapması gerekiyordu. Örneğin, iyot atomları tellürden daha hafiftir, ancak Mendeleev, kimyasal olarak benzer elementlerle bir sütunda yer alması için tellürden sonra iyot koymak zorunda kaldı.

Kinetik ısı teorisinin baş arısı, herhangi bir

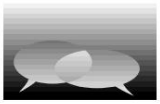
cismin bir bütün olarak hareketine ek olarak, etrafımızda görünmeyen bir hareket türüolduğunun güçlübir kanıtı olarak kabul edildi: her birinin içindeki atomların rastgele hareketi . nesne. Ancak birçok muhafazakar, atomların gerçekten var olduğuna ikna olmadı. Sonuçta kimse kimseyi görmemiş ti. Kinetik ısı teorisinin geliş tirilmesinden sonraki nesiller boyunca, atomların gerçekten var olduğu ve asla yok olmayan sürekli harekete katıldıkları kesin olarak kanıtlanamadı.

Atomları kanıtlamak için duman tabancası matematiksel soyuttan daha fazlasıydı Bazı eski, belirsiz gözlemler, Albert Einstein adında bilinmeyen bir İsviçreli patent memuru tarafından yeniden incelendiğinde ortaya çıktı. Brown adlı bir botanikçi, 1827'de son teknoloji bir mikroskop kullanarak, mikroskop lamı üzerinde bir damla su içinde minik polen taneciklerini gözlemledi ve bunların görünürde hiçbir sebep olmadan rastgele zıpladıklarını buldu. İlk baş ta, ölüolduğunu varsaydığı polenin gerçekten canlı olup olmadığını merak ederek, kurum parçacıklarına bakmayı denedi ve kurum parçacıklarının da hareket ettiğini buldu. Aynı sonuçlar, bir sıvı içinde süspanse edilmiş herhangi bir küçük tane veya parçacık ile ortaya çıkacaktır. Bu fenomen Brown hareketi olarak anılmaya baş landı ve varlığı tuhaf ve tamamen önemsiz bir gerçek olarak dosyalandı, gerçekten sadece mikroskopist için bir baş belasıydı.

Einstein'ın doğru yorumu ancak 1906'da bulmuş tur.
Brown'ın gözlemi: Su molekülleri sürekli rastgele hareket halindeydi ve

parçacıkla her zaman çarpış ıyor, onu rastgele yönlerde tekmeliyorlardı.
Atomlar hakkında binlerce yıllık spekülasyondan sonra, sonunda sağlam bir kanıt vardı. Einstein'ın hesaplamaları, tüm ş üpheleri ortadan kaldırdı, çünkübelirli bir süre içinde parçacığın kat ettiği ortalama mesafe gibi ş eyler hakkında doğru tahminlerde bulunabiliyordu. (Einstein, görelilik teorisi için değil, Brownian hareketi ve fotoelektrik etki hakkındaki makaleleri için Nobel Ödülünüaldı.)

Tartış ma Soruları A.



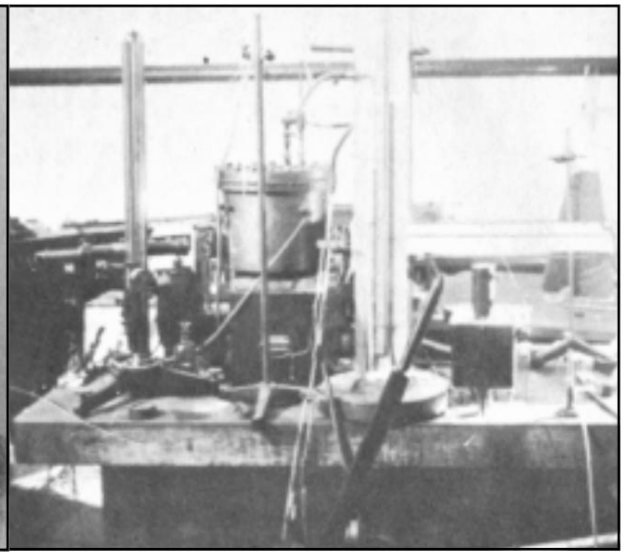
Franklin'in verilerine dayanarak, bir yağ molekülünün boyutu nasıl tahmin edilebilir?

B. Tek bir alüminyum atomunun büyüklüğüne iliş kin bilgi, kütlesinin bir tahminini çıkarmak için nasıl kullanılabilir veya tam tersi?

C. Farklı sıcaklıklarda Brown hareketini gözlemleyerek Einstein'ın yorumu nasıl test edilebilir?

Machine Translated by Google

Genç bir Robert Millikan.

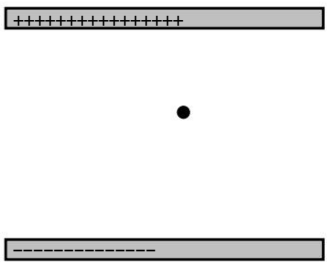


Millikan'ın çalış ma tezgahı, yağ damlatma aparatlı.

1.4 Yükün Nicelenmesi

Atomların gerçekten var olduğunu kanıtlamak büyük bir baş arıydı, ancak varlıklarını göstermek, özelliklerini anlamaktan farklıydı. Brown-Einstein gözlemlerinin elektrikle hiçbir ilgisi olmadığını ve yine de maddenin doğası gereği elektrik olduğunu biliyoruz ve belirli elektrik olaylarını hareketli pozitif ve negatif yüklüparçacıklar açısından yorumlamada baş arılı olduk. Bu parçacıklar atom mu? Atomların parçaları? Atomlardan tamamen ayrı parçacıklar? Elektrik yüklüparçacık modeli lehine herhangi bir kesin kanıt olmadan bu soruları yanıtlamaya çalış mak belki de erkendir.

Yüklüparçacık modeli için güçlüdestek, Chicago Üniversitesi'ndeki fizikçi Robert Millikan'ın 1911 deneyinden geldi.
Küçücük bir iğne deliğinden üfleyerek elde edilen bir damla parfüm veya baş ka bir sıvı düş ünün. İğne deliğinden çıkan damlacıklar, iğne deliğinden daha küçük olmalıdır ve aslında çoğu, türbülanslı hava akış ı onları parçalama eğiliminde olduğundan, bundan daha da mikroskobiktir. Millikan, damlacıkların çıktıkları kanala sürtündükçe bir miktar elektrik yükükazanacaklarını ve elektrik yüklüparçacık modeli doğruysa, yükün o kadar çok küçük sıvı damlasına bölünebileceğini düş ündü tek bir damlanın toplam yüküyalnızca birkaç yüklüparçacıktan fazla olabilir - belki de belirli bir damlada bir pozitif parçacık fazlalığı veya diğerinde iki negatif parçacık fazlalığı.



Millikan'ın aparatının basitleş tirilmiş bir diyagramı.

Millikan'ın şekilde gösterilen dahiyane aparatı, gerektiğinde elektrikle yüklenebilen iki metal plakadan oluş uyordu. Plakalar arasındaki boş luğa bir yağ damlacık bulutu püskürttüve incelemek için mikroskoptan bir damla seçti. İlk olarak, plakalar üzerinde hiçbir yük olmadan, damlanın havanın içinden düş mesine izin vererek ve son hızını, yani hava sürtünme kuvvetinin yerçekimi kuvvetini iptal ettiği hızı ölçerek, damlanın kütlesini belirleyecekti. Yavaş hareket eden bir küre üzerindeki hava sürükleme kuvvetinin bvr2 olduğu bilinmektedir, burada b sabit ve kuvveti sıfıra eş itlemek

Düşünün ve tartışın Bu yöntem, toplam

Machine Translated by Google

$$bvr^2 - mg = 0 \quad ,$$

ve bilinen yağın yoğunluğunun damlanın kütlesine bölünmesiyle hacmine eş it olarak ayarlanması ikinci bir denklem verir,

$$\rho = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi r^3} \quad .$$

Bu denklemlerdeki her ş ey m ve r hariç doğrudan ölçülebilir , yani bunlar iki bilinmeyenli iki denklemdir ve düş üş ün ne kadar büyük olduğunu belirlemek için çözülebilir.

Daha sonra Millikan metal plakaları doldurdu, yük miktarını yerçekimine tam olarak karş ı koyacak ve düş üş ühavaya kaldıracak ş ekilde ayarladı. Örneğin, incelenen damlanın toplam yükünegatif olsaydı, üst plakaya konulan pozitif yük onu yukarı çekerek çekerdi ve alt plakadaki negatif yük onu iterek yukarı iterdi. (Teorik olarak sadece bir plaka gerekliydi, ancak pratikte bunun gibi iki plakalı bir düzenleme, yağ damlacıklarının bulunduğu alan boyunca kuvvet bakımından daha eş it olan elektriksel kuvvetler verdi.) ş arjlı düş üş , Millikan'a düş üş ün taş ıdığı yük miktarı konusunda fikir verdi. Damlanın yüküne kadar fazlaysa, üzerindeki elektrik kuvvetleri o kadar güçlüolur ve numarayı yapmak için plakalara o kadar az yük konması gerekirdi. Ne yazık ki, bu iliş kiyi Coulomb yasasını kullanarak ifade etmek pratik olmayacaktı, çünküyükün her plakaya nasıl dağıldığına dair mükemmel bir bilgi ve artı damla üzerine herkes tarafından uygulanan tüm kuvvetlerin vektör toplamasını gerçekleş tirme yeteneği gerektirecekti. plakadaki suçlamalar. Bunun yerine Millikan, nokta benzeri yüklübir cismin uzayda belirli bir noktada maruz kaldığı elektriksel kuvvetin, yüküyle orantılı olduğu gerçeğinden yararlanmış tır.

$$\frac{F}{q} = \text{sabit} \quad .$$

Plakalar üzerinde belirli bir miktar yük ile, bu sabit, örneğin yağ damlasının atılması, plakaların arasına, üzerinde bilinen bir yük olan daha büyük ve daha kolay taş ınan bir nesnenin yerleş tirilmesi ve kuvvetin geleneksel yöntemlerle ölçülmesiyle belirlenebilir. (Millikan, sabiti belirlemek için aslında biraz farklı teknikler kullandı, ancak konsept aynı.) Gerçek yağ damlası üzerindeki kuvvet miktarı, onu havaya kaldırmak için yeterli olduğu için mg'a eş it olmalı ve bir kez kalibrasyon sabiti belirlenmiş se, damlanın yüküönceden belirlenmiş kütlesine dayalı olarak bulunabilir.

Machine Translated by Google

(C)	q / 1.64 x10-19 C
–1.970 x10 –18	–12.02
–0.987 x10 –18	–6.02
–2.773 x10 –18	–16.93

Soldaki tablo, Millikan'ın 1911'deki sonuçlarından birkaçını gösteriyor.
kağıt. (Millikan, hem negatif hem de pozitif yüklüdamlalar hakkında veri aldı,
ancak makalesinde negatif yüklühakkındaki verilerinin yalnızca bir örneğini verdi.
düşer, bu yüzden bu sayıların tümünegatiftir.) Veri yollarına hızlı bir bakış bile
suçlamaların sadece bir dizi rastgele sayı olmadığı şüphesine.
Örneğin, ikinci yük neredeyse tam olarak birincinin yarısına eşittir.
Millikan, gözlemlenen ücretlerin hepsinin bir tamsayı katları olduğunu açıkladı.
tek sayı, 1.64x10–19 C. İkinci sütunda buna bölerek
sabit, esasen tamsayı olan sayıları verir ve rastgele
deneyde mevcut hatalar. Millikan, makalesinde bu
sonuçlar bir

> ...görüşün doğruluğunun...doğrudan ve somut olarak gösterilmesi
> yıllar önce geliştirilmiş ve birçok kişinin kanıtlarıyla desteklenmiştir.
> Tüm elektrik yüklerinin üretildiği şekilde kesin olduğu kaynaklar
> belirli bir temel elektrik yükünün katları veya diğer
> kelimeler, düzgün bir şekilde yayılmak yerine bir elektrik yükünün
> yüklüyüzey üzerinde, aşağıdakilerden oluşan kesin bir granüler yapıya sahiptir:
> aslında, elektrik parçacıkları ya da elektrik atomları, hepsi tam olarak aynıydı, yüklü
> cismin yüzeyine dağılmıştı.

Başka bir deyişle, yüklüparçacık için doğrudan kanıt sunmuştu.
elektrik modeli ve elektriğin tanımlandığı modellere karşı
bir çeşit sıvı. Temel ücret e olarak gösterilir ve en iyi modern değer
e =1.60x10-19 C

"Kuantize" kelimesi fizikte, bir niceliği tanımlamak için kullanılır.
yalnızca belirli sayısal değerlere sahiptir ve değerlerin hiçbirine sahip olamaz
bunlar arasında. Bu dilde, Millikan'ın keşfettiğini söyleyebiliriz.
yük kuantize edilir. e yükü, yükün kuantumu olarak adlandırılır.

Tarihsel Not: Millikan'ın Dolandırıcılığı

Gördüğüm her lisans fizik ders kitabı
olmasına rağmen, iyi belgelenmiş gerçeği not etmemektedir.
Millikan'ın vardığı sonuçlar doğruydu, suçluydu.
bilimsel dolandırıcılık Tekniği zordu ve uygulanması zahmetliydi ve
orijinal defterleri,
korunmuş olması, verilerin çok daha az olduğunu göstermektedir.
yayınlanmış bilimsel makalelerinde iddia ettiğinden daha
mükemmel. Yayınlarında kategorik olarak şunları söyledi:
gözlemlenen her bir yağ damlasının bir yüküvardı
istisna veya eksiklik olmaksızın bir katıydı.
Ama not defterleri, aşağıdaki gibi notasyonlarla dolu.
"güzel veri, sakla" ve "kötükoş, at". O halde Milli kan, Nobel Ödülünü
şu şekilde kazanmış görünüyor:
verilerinin dürüst olmayan açıklamalarıyla doğru bir konumu
savunuyor.

Ders kitabı yazarları neden Millikan'ın
sahtekar? İlginç bir sosyolojik soru. Yapmıyorum
bunun yer darlığı yüzünden olduğunu düşünüyorum: bunların çoğu
metinler, modern fiziğe giriş te kölece tarihsel bir yaklaşım
benimsiyor ve tüm bölümleri siyah cisim ışıması gibi konuların
tartışmalarına ayırıyor.
tarihsel olarak önemli ama özellikle stu için yararlı değil
ezikler. Öğrencilerin, çalışmanın sonuçlarını doğru bir şekilde
değerlendiremeyecek kadar bilgisiz olduklarını düşünüyor olabilirler.
Bilimsel sahtekarlığın bazen var olduğu ve
Hatta bilimsel kuruluş tarafından ödüllendirildi.
Belki de Millikan bunun için Nobel Ödülünüaldığından, öğrencilerin
veri karıştırmanın uygun olduğunu düşünmelerinden korkuyorlar.
Ancak hakikati tamlığı teşvik etmek adına tarihi tahrif etmek, biraz
ironik olmaktan çok daha fazlasıdır. İngilizce öğretmenleri
Shakespeare'in trajedilerini, kötükarakterler her zaman cezalandırılsın
ve iyiler asla cezalandırılmasın diye düzenlemeyin.
acı çekmek!

Bir başka olası açıklama, basitçe özgünlük eksikliğidir; bazı
saygıdeğer ders kitaplarının olması mümkündür
Millikan'ın sahtekarlığını eleştirmeyen ve sonraki yazarlar sadece
izledi. Biyolog Stephen Jay Gould yazdı
biyoloji yazarlarının nasıl çalıştığının bir örneğini izleyen bir makale
ders kitapları belirli bir geleneksel tedaviyi takip etme eğilimindedir.
bir konuyu tartışmak için zürafanın boynunu kullanarak
kazanılmış özelliklerin kalıtsal olmaması. Yine başka bir yorum,
bilim adamlarının statülerini popülerliklerinden türettikleridir.
gerçeğin peşindeki tarafsız araştırmacılar olarak imgeler ve onlar
Halkın ne kadar insani ve kusurlu olabileceklerini anlamasını
istemiyorlar.

Machine Translated by Google

Kendi Kendine Kontrol

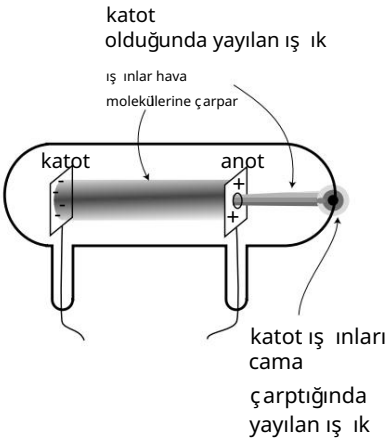
Para sayısallaştırılır mı? Paranın kuantumu nedir?

1.5 Elektron

Katot ışınları On

dokuzuncu yüzyıl fizikçileri, atomların düğümlerden oluşması gibi şeyler hakkında vahşi, rastgele spekülasyonlar yapmak için çok fazla zaman harcamadılar. Ayrıca elektrikle oynamak için vahşi, rastgele yollar bulmaya çalışmak için çok zaman harcadılar. Bu türden en iyi deneyler, büyük kıvılcımlar veya güzel ışık renkleri yaratan deneylerdi.

Böyle bir salon numarası katot ışınıydı. Bunu üretmek için önce iyi bir cam üfleyici kiralamanız ve iyi bir vakum pompası bulmanız gerekiyordu. Cam üfleyici, içi boş bir tüp oluşturacak ve içine elektrot adı verilen ve camdan geçen metal teller aracılığıyla dışarıya bağlanan iki metal parçası yerleştirecekti. Tüpün tamamını kapatmasına izin vermeden önce, onu bir vakum pompasına bağlar ve içeride iyi bir vakum elde etmek için pompanın el krankını üfleyerek ve üfleyerek birkaç saat harcarsınız. Ardından, siz hala tüpüpompalarken, cam üfleyici camı eritecek ve her şeyi kapatacaktır. Son olarak, bir kabloya büyük miktarda pozitif yük ve diğerine büyük miktarda negatif yük koyarsınız. Metaller, yükün aralarında kolayca hareket etmesine izin verme özelliğine sahiptir, bu nedenle tellerden birine yüklenen yük, her bir parçasının diğer her parça için itilmesi nedeniyle hızla yayılır. Bu yayılma süreci, neredeyse tüm yükün, yayılacak telde olduğundan daha fazla alanın olduğu elektrotlarda sona ermesiyle sonuçlanacaktır.



Belirsiz tarihsel nedenlerden dolayı, negatif bir elektrot katot olarak adlandırılır ve pozitif olan bir anottur.

Şekil, gözlemlenen ışık yayan akışı göstermektedir. Bu şekilde gösterildiği gibi, anotta bir delik açılırsa, kirişler camaçarpana kadar delikten dışarı doğru uzanacaktır. Ancak katotta bir delik açmak, sol taraftan herhangi bir ışının çıkmasına neden olmayacaktı ve bu, maddenin, her neyse, katottan geldiğini gösteriyordu. Bu nedenle ışınlara "katot ışınları" adı verildi. (Terminoloji bugün hala bir TV veya bilgisayar monitörünün resim tüpüiçin "katot ışın tüpü" veya "CRT" terimlerinde kullanılmaktadır.)

Evet. ABD para biriminde, paranın kuantumu kuruştur.

Machine Translated by Google

Katot ışınları bir ışık formu muydu yoksa madde miydi?

Katot ışınları bir ışık formu mu, yoksa madde mi? İlk başta kimse gerçekten umursamadı ne oldukları, ancak bilimsel önemleri daha belirgin hale geldikçe, ışık-madde meselesi milliyetçi çizgilerde bir tartışmaya dönüştü; Almanlar ışığı savundu ve İngilizler maddeyi savundu. Maddi yorumun destekçileri, ışınları katodun maddesinden kopan bir atom akışından ibaret olarak hayal ettiler.

Maddenin tanımlayıcı özelliklerinden biri, maddi nesnelerin birbirinden geçememesidir. Deneyler, katot ışınlarının en azından bir milimetrenin onda biri kalınlığındaki metal bir folyo gibi küçük bir madde kalınlığına nüfuz edebildiğini ve bu da onların bir ışık biçimi olduğunu ima ettiğini gösterdi.

Bununla birlikte, diğer deneyler tam tersi sonuca işaret etti. Işık bir dalga olgusudur ve dalgaların ayırt edici özelliklerinden biri kağıt havlu rulosunun bir ucuna konuşarak gösterilir. Ses dalgaları, tüpün diğer ucundan odaklanmış bir ışın olarak çıkmaz. Bunun yerine, ortaya çıkar çıkmaz her yöne yayılmaya başlarlar. Bu, dalgaların mutlaka düz bir çizgide ilerlemediğini gösterir. Katot ışınının önüne bir yıldız veya haç şeklinde bir metal folyo parçası konulursa, camda aynı şekilde bir "gölge" belirir ve ışınların düz bir çizgide hareket ettiğini gösterir. Bu düz çizgi hareketi, onların küçük madde parçacıklarından oluşan bir akım olduğunu gösteriyordu.

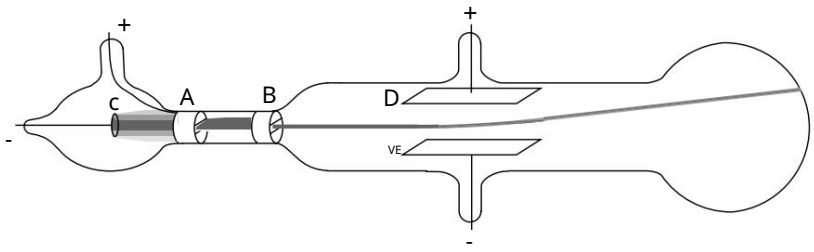
Bu gözlemler sonuçsuzdu, bu yüzden gerçekten ihtiyaç duyulan şey, ışınların kütle ve ağırlığa sahip olup olmadığının belirlenmesiydi. Sorun, katot ışınlarının basitçe bir kapta toplanıp bir teraziye konamamasıydı. Katot ışını tüpüçalışırken, katottan herhangi bir malzeme kaybı veya anotta herhangi bir kabuk çökeltisi gözlemlenmez.

Hiç kimse katot ışınlarını tartmanın iyi bir yolunu düşünemezdi, bu yüzden ışık/madde tartışmasını çözmenin bir sonraki en bariz yolu, katot ışınlarının elektrik yüküne sahip olup olmadığını kontrol etmekti. Işığın yüksüz olduğu biliniyordu. Katot ışınları yük taşıyorsa, bunlar kesinlikle maddeydi, ışık değildi ve muhtemelen, katottaki negatif yükün aynı anda itilmesi ve anottaki pozitif yükün çekilmesiyle boşluğu atlıyorlardı. Işınlar, momentumları nedeniyle anodu aşacaktır. (Elektrik yüklüparçacıklar normalde bir boşluk boşluğundan atlamasalar da, çok büyük miktarlarda yük kullanılıyordu, bu nedenle kuvvetler alışılmadık derecede yoğundu.)

JJ Thomson laboratuvarda.

Thomson'ın Cambridge'deki deneyleri Fizikçi JJ Thomson, bir dizi kesin sonuç verdi. 1897 yılı civarında katot ışınları üzerinde deneyler yaptı. Şekilde gösterildiği gibi elektriksel kuvvetlerle rotalarından hafifçe çevirerek, onların gerçekten elektriksel olarak yüklüolduklarını gösterdi, bu da onların maddi olduklarının güçlübir kanıtıydı. Sadece bu da değil, kütleleri olduğunu kanıtladı ve kütlelerinin yüklerine oranını ölçtü, m/q. Kütleleri sıfır olmadığı için, bunların bir madde biçimi olduğu ve muhtemelen bir mikroskobik, negatif yüklü parçacık akışından oluştuğu sonucuna vardı. Millikan on dört yıl sonra sonuçlarını yayınladığında, böyle bir parçacığın yükünün eksi bir temel yüke, q=-e'ye eşit olduğunu varsaymak mantıklıydı ve Thomson ve Millikan'ın sonuçlarının birleşiminden bu nedenle tek bir parçacığın kütlesi belirlenebilirdi. katot ışını parçacığı.

Machine Translated by Google



Thomson'ın katot ışınlarını kanıtlayan deneyi elektrik yüküvardı (orijinal kağıdından yeniden çizildi). Katot, c ve anot, A, herhangi bir katot ışın tüpünde olduğu gibi. ışınlar geçer anottaki bir yarıktan ve ikinci bir yarıktan, B, kiriş i yapmak için araya girer inceltir ve düz gitmeyen ışınları yok eder. Şarj plakaları D ve E gösterir katot ışınlarının yüklüolduğunu: pozitif plaka D'ye doğru çekilirler ve negatif plaka E tarafından itilirler.

m/q'yi belirlemenin temel tekniği basitçe yüklüplakaların kiriş i büktüğüaçı. elektrik kuvveti plakalar arasında iken bir katot ışını parçacığına etki eden yüküyle orantılı,

$$F_{elec} = (\text{bilinen sabit})\ q\ .$$

Newton'un ikinci yasasının uygulanması, a=F/m, m/q'nun belirlenmesine izin verir :

$$\frac{m}{q} = \frac{\text{bilinen sabit}}{a}$$

Sadece bir yakalama vardı. Thomson'ın katot ışınını bilmesi gerekiyordu İvmelerini bulmak için parçacıkların hızları. Bu noktada, bununla birlikte, katodun hızı konusunda kimsenin eğitimli bir tahmini bile yoktu. Belirli bir vakum tüpünde üretilen ışınlar. Işın karşıya sıçradı göründü vakum tüpüpratik olarak anında, bu yüzden basit bir mesele değildi bir kronometre ile zamanlama!

Thomson'ın akıllı çözümü, hem elektrik hem de kiriş üzerindeki manyetik kuvvetler. Belirli bir cisim tarafından uygulanan manyetik kuvvet mıknatıs hem katot ışınının yüküne hem de hızına bağlı olacaktır:

$$F_{mag} = (\text{bilinen sabit \#2})\ qv$$

Thomson, elektrik ve manyetik kuvvetlerden biri olana kadar oynadı. kiriş üzerinde eşit bir etki yaratacak ve onun için çözmesine izin verecekti. hız,

$$\text{içinde} = \frac{(\text{bilinen sabit})}{(\text{bilinen sabit \#2})}\ .$$

Hızı bilmek (ki bu, hızın %10'u düzeyindeydi). kurulumu için hafif), ivmeyi ve dolayısıyla kütle-yük oranını m/q bulabildi . Thomson'ın teknikleri nispeten kabaydı (ya da belki daha hayırsever bir şekilde, sanatın durumunu esnettiklerini söyleyebiliriz. zaman), bu yüzden çeşitli yöntemlerle değişen m/q değerleri buldu. bir katottan çıkarılan katot ışınları için bile yaklaşık iki faktörün üzerinde tek malzemeden yapılmıştır. En iyi modern değer m/q= 5,69x10 –12 kg/C, Thomson'ın alt sınırı ile tutarlıdır. Aralık.

Machine Translated by Google

Atom altı parçacık olarak katot ışınları: elektron

Thomson'ın deneyinde önemli olan, gerçek değildi.
Bununla birlikte, m/q'nun sayısal değeri , bununla birlikte,
Millikan'ın temel yükün değeri, katot için bir kütle verdi.
kütlesinden binlerce kez daha küçük olan ışın parçacıkları
en hafif atomlar Millikan'ın 14 yıllık sonuçları olmasa bile
gelecekte, Thomson katot ışınlarının m/q değerinin binlerce olduğunu fark etti.
elektriksel olarak ölçülen m/q oranlarından kat daha küçük
Kimyasal çözeltilerde yüklüatomlar. Bunu doğru yorumladı
katot ışınlarının daha küçük yapı taşları olduğuna dair kanıt
onlara elektronlar - atomların kendilerinin oluştuğu. Bu bir
atomların henüz keşfedilmediği bir zamanda gelen son derece radikal iddia
varlığı kanıtlandı! "Atom" kelimesini kullananlar bile sıklıkla
onları matematiksel soyutlamalardan başka bir şey değil, gerçek nesnelerden değil. Fikir
"Bölünemez" atomların içindeki yapıyı aramanın bazılarına göre
delilik, ancak on yıl içinde Thomson'ın fikirleri fazlasıyla doğrulandı.
çok daha detaylı deneyler.

Tartışma soruları

A. Thomson, deneyleri sırasında,
Vakum tüplerinin katotlarından gelen gözlemlenen "katot ışınları"
atomların yapı taşları - şimdi elektron dediğimiz şey. Daha sonra yürüttü
çeşitli metallerden yapılmış katotlarla gözlemler yaptı ve sınırlı doğruluğu göz önüne $\frac{m}{q}$
alındığında, her durumda kabaca aynı olduğunu buldu. verilen
şüphesi, farklı metalleri denemek neden mantıklıydı? nasıl olur
hipotezini test etmeye $\frac{m}{q}$ hizmet eden tutarlı değerler?

B. Öğrencilerim sık sık Thomson'ın ölçtüğüdeğerin tek bir elektron $\frac{m}{q}$ için mi yoksa tüm ışın için
mi olduğunu sordular. Yapabilir misin
bu soruyu cevapla?

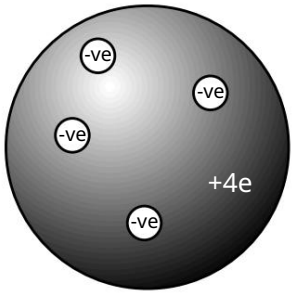
C. Thomson, bir elektronun binlercekat $\frac{m}{q}$ daha küçük olduğunu buldu
kimyasal çözeltilerdeki yüklüatomlardan daha fazladır. Bu, şu anlama gelebilir mi?
elektronların yüküdaha mı fazlaydı? Daha az kütle? Anlatmanın bir yolu olmayacak mıydı?
Açıklamak. Millikan'ın sonuçlarının daha yıllar sonra olduğunu hatırlayın,
böyle $\frac{m}{q}$ bilinmiyordu.

D. Thomson'ın bir tanesine izin verememesinin pratik bir nedenini tahmin edebilir misiniz?
pili çıkarmadan ve kapatmadan önce elektron boşluk boyunca uçar.
ve sonra anotta biriken yük miktarını ölçün, böylece
tek bir elektronun yükünüdoğrudan ölçmesine izin veriyor mu?

E. Kendilerini belirlemek neden mümkün değil? m ve q
elektronların elektrik ve manyetik alanlardaki hareketini gözlemleyerek oranlarını?

Machine Translated by Google

1.6 Atomun Üzüm Kurabiye Modeli



Şimdi berilyum olduğunu bildiğimiz dört birim yüklüatomun kuru üzümlü kurabiye modeli.

Thomson, deneylerine dayanarak atomun bir resmini önerdi. kuru üzümlükurabiye modeli olarak bilinir hale geldi. Şekilde gösterilen nötr atomda, toplam yükü-4e olan ve her tarafına yayılmış +4e yüküolan bir küre ("çerez") içinde oturan dört elektron vardır. Kimyasal reaksiyonların bir elementi diğerine değiştiremeyeceği biliniyordu, bu nedenle Thomson'ın senaryosunda, her elementin çerez küresi, diğer elementlerinkinden farklı olarak kalıcı olarak sabit bir yarıçapa, kütleye ve pozitif yüke sahipti. Bununla birlikte elektronlar, atomun kalıcı bir özelliği değildi ve yüklü iyonlar yapmak için tutturulabilir veya çekilebilirdi. Örneğin, dört elektronlu nötr bir atomun berilyum elementi olduğunu bilmemize rağmen, o zamanlar bilim adamları çeşitli nötr atomların kaç elektrona sahip olduğunu bilmiyorlardı.

Bu model, ilkokulda veya pozitif yükün atomun merkezindeki küçük bir çekirdekte yoğunlaştığı popüler kültür aracılığıyla öğrendiğiniz modelden açıkça farklıdır. Atom hakkındaki fikirlerde eşit derecede önemli bir değişiklik, atomların ve onları oluşturan atom altı parçacıkların insan ölçeğindeki nesnelerden tamamen farklı davrandığının anlaşılması olmuştur. Örneğin, daha sonra bir elektronun aynı anda birden fazla yerde olabileceğini göreceğiz. Kuru üzümlü kurabiye modeli, fenomenlerin mekanik modellerini yapma girişimlerinin uzun bir geleneğinin parçasıydı ve Thomson ve çağdaşları, içinde küçük parçalar bulunan bir makine olarak bir atomun zihinsel bir modelini inşa etmenin uygunluğunu asla sorgulamadılar. Bugün, atomların mekanik modelleri hala kullanılmaktadır (örneğin, Watson ve Crick tarafından DNA'nın çift sarmal yapısını anlamak için kullanılanlar gibi tamirci-oyuncak tarzı moleküler modelleme kitleri), ancak bilim adamları, fiziksel nesnelerin yalnızca yardımcı araçlar olduğunun farkındadır. beynimizin sembolik ve görsel süreçlerinin atomlar hakkında düşünmesine yardımcı olmak için.

Kuru üzümlükurabiye modelinin birçok detayı için kesin bir deneysel kanıt olmamasına rağmen, fizikçiler ilerlemeye devam ettiler ve bunun sonuçlarını araştırmaya başladılar. Örneğin, dört elektronlu bir atomunuz olduğunu varsayalım. Dört elektronun tümübirbirini itecek, ancak hepsi de "çerez" küresinin merkezine doğru çekilecektir. Sonuç, tüm kuvvetlerin ortadan kalktığı bir tür kararlı, simetrik düzenleme olmalıdır. Matematik konusunda yeterince akıllı insanlar kısa süre sonra, dört elektronlu bir atomdaki elektronların, Mısır türünden bir kenarı daha az olan bir piramidin köşelerine, yani düzenli bir tetrahedron'a yerleşmeleri gerektiğini gösterdi. Bu çıkarımın yanlış olduğu ortaya çıkıyor çünkümodelin yanlış özelliklerine dayanıyordu, ancak modelin birçok başarısı da vardı, bunlardan birkaçını şimdi tartışacağız.

Machine Translated by Google

Örnek: tellerdeki elektrik yükünün akışı

Eski öğrencilerimden biri bir elektrikçinin oğluydu ve kendisi elektrikçi olmuştu. bana onun nasıl olduğunu anlattı babası hayatı boyunca elektronların gerçekten olduğuna inanmayı reddetmişti. teller üzerinden aktı. Olsaydı, diye düşündü, metal giderek daha fazla zarar görmüş, sonunda toza dönüşüyor.

Onun görüşü gerçeğine dayanarak hiç de mantıksız değildir. elektronlar maddi parçacıklardır ve bu madde normalde maddenin içinden delik açmadan geçer. On dokuzuncu yüzyıl fizikçileri onun itirazını paylaşacaktı. elektrik yüküakışının yüklüparçacık modeli. İçinde kuru üzümlükurabiye modelinde elektronların kütlesi çok düşüktür, ve bu nedenle muhtemelen boyut olarak da çok küçüktür. O değil atomlar arasında onlara zarar vermeden kayabilmeleri şaşırtıcıdır.

Örnek: hücre zarları boyunca elektrik yükünün akışı

Sinir sisteminiz, yük tarafından taşınan sinyallere dayanır. sinir hücresinden sinir hücresine geçiş. Vücudunuz aslında hepsi sıvıdır ve sıvıdaki atomlar hareketlidir. Bunun anlamı, aksine katı bir telde akan yük durumu, tüm yüklüatomlar sinir sisteminizde akabilir

Örnek: a'daki emisyon elektronları katot ışın tüpü

Elektronlar neden kendilerini bir maddenin katodundan ayırırlar? vakum tüpü? Elbette onlar tarafından bunu yapmaya teşvik edilirler. katoda yerleştirilen negatif yükün itilmesi ve anotun net pozitif yükünden çekim, ancak bunlar ana kuvvetle elektronları atomlardan koparacak kadar güçlüdeğillerdir. - öyle olsaydı, o zaman tüm aparat olurdu her atom aynı anda parçalandığından anında buharlaştı ayrı!

Üzümlükurabiye modeli basit bir açıklamaya yol açar. Biz ısının atomların rastgele hareketinin enerjisi olduğunu bilin. bu bu nedenle herhangi bir nesnedeki atomlar birbirlerini şiddetle iterler. zaman ve bu çarpışmalardan birkaçı yeterince şiddetli elektronları atomlardan çıkarmak. Bu, bir yüzeyin yakınında meydana gelirse katı nesne, elektron gevşeyebilir. Ancak normalde, bu elektron kaybı kendi kendini sınırlayan bir süreçtir; kaybı elektronlar nesneyi net bir pozitif yük ile terk eder, bu da kayıp koyunu ağıla evine çeker. (Suya batırılmış nesneler için vakum yerine hava, ayrıca dengeli bir değişim olacaktır. hava ve nesne arasındaki elektronlar.)

Bu yorum, sıcak ve samimi sarıyı açıklar. antika bir radyodaki vakum tüplerinin parıltısı. teşvik etmek vakum tüplerinin katotlarından elektron emisyonu, katotlar kasıtlı olarak küçük ısıtıcı bobinlerle ısıtılır.

Tartışma soruları

A. Bugün birçok insan bir iyonu atom (veya molekül) olarak tanımlar. eksik elektronlar veya fazladan elektronlar eklendi. İnsanlar nasıl tanımlardı elektronun keşfinden önceki "iyon" kelimesi?

B. Elektriksel olarak nötr atomların var olduğu bilindiğine göre, negatif yüklüolanı iptal etmek için pozitif yüklüatom altı şeyler bir atomdaki elektronlar. hemen sonraki bilgi durumuna göre Millikan ve Thomson deneyleri, pozitif yüklüolabilir miydi? şeyler nicelenmemiş miktarda ücrete mi sahipti? birimlerinde nicelleştirilebilir mi? +e? +2e birimlerinde mi? +5/7e birimlerinde mi?

Machine Translated by Google

Özet

Seçilmiş Kelime

atom ..... kimyasal elementlerden birinin temel birimi

molekül ..... birbirine yapışmış bir grup atom

elektrik kuvveti ..... doğanın temel kuvvetlerinden biri; temassız bir kuvvet itici veya çekici olmak

yük ..... bir nesnenin elektriksel olarak ne kadar güçlübir şekilde katıldığının sayısal bir derecesi kuvvetler

coulomb (C)..... elektrik yükünün birimi

iyon ..... elektrik yüklübir atom veya molekül

katot ışını ..... bir vakum tüpünde katottan yayılan gizemli ışın; Thomson tarafından atomlardan daha küçük parçacıkların bir akışı olarak gösterilmiştir.

elektron ..... Thomson'ın katot ışınının yapıldığı parçacıklara verdiği isim

nicelleştirilmiş ....., para veya elektrik yükügibi yalnızca belirli miktarlarda var

gösterim

q ..... şarj

e ..... yük kuantumu

Özet

Günlük hayatta karşılaştığımız tüm kuvvetler iki temel türe ayrılır: yerçekimi kuvvetleri ve elektrik kuvvetleri. Sürtünme veya "yapışkan kuvvet" gibi bir kuvvet, tek tek atomlar arasındaki elektrik kuvvetlerinden kaynaklanır.

Bir cismin yerçekimi kuvvetlerine ne kadar güçlübir şekilde katıldığını tanımlamak için "kütle" kelimesini kullandığımız gibi, elektrik kuvvetlerinin yoğunluğu için "yük" kelimesini kullanın. İki tür ücret vardır. iki suçlama aynı tip birbirini iter, ancak yükleri farklı olan cisimler birbirini çeker. Yük, coulomb (C) birimleriyle ölçülür.

Hareketli yüklüparçacık modeli: Maddeyi şu şekilde hayal edersek, pek çok fenomen kolayca anlaşılır. en azından kısmen hareket edebilen iki tür yüklüparçacık içerir.

Pozitif ve negatif yük: Özel olarak hazırlanmayan sıradan nesnelerin her iki türüde vardır. yük, eşit miktarlarda bunların her tarafına eşit olarak dağılır. Nesne daha sonra elektrik uygulamama eğiliminde olacaktır. Bir tür yükten kaynaklanan herhangi bir çekim eşit bir yük ile dengeleneceğinden, diğer herhangi bir nesne üzerindeki kuvvetler diğerinden itme. (“Eğilmeme” deriz çünkücismi dengesiz bir cismin yakınına getiririz. yük miktarları, yüklerinin birbirinden ayrılmasına neden olabilir ve kuvvet artık eşit olmayan mesafeler nedeniyle iptal.) Bu nedenle, iki tür yükütanımlamak mantıklıdır. pozitif ve negatif işaretler, böylece hazırlıksız bir nesnenin yüküsıfır olur. Toplam

Coulomb kuvvet yasası, iki yüklüparçacık arasındaki elektriksel kuvvetin büyüklüğünün tarafından verilen $|F| = k|q_1||q_2|/r^2$.

Yükün korunumu: için pozitif ve negatif işaretler kullanmanın daha da temel bir nedeni yük, bu tanımla kapalı bir sistemin toplam yükünün korunan bir miktar olmasıdır.

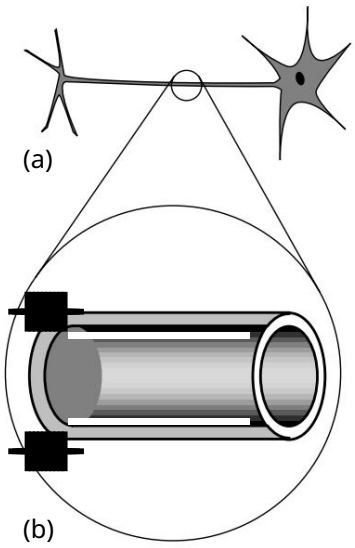
Yükün nicelenmesi: Millikan'ın yağ damlası deneyi, bir nesnenin toplam yükünün yalnızca temel bir ücret biriminin () tamsayı katı olsun. Bu, elektrik yükünün “akışı” fikrini destekledi. bir tür gizemli elektrik sıvısının hareketinden çok küçük parçacıkların hareketiydi.

Einstein'ın Brownian hareketi analizi, atomların varlığının ilk kesin kanıtıydı. Thomson'ın Vakum tüpleriyle yapılan deneyler, çok büyük bir etkiye sahip yeni bir tür mikroskobik parçacığın varlığını gösterdi. Kütlenin yüke küçük oranı. Thomson bunları, maddenin daha da küçük yapı taşları olarak doğru bir şekilde yorumladı. atomlardan daha: atom altı parçacıkların ilk keşfi. Bu parçacıklara elektron denir.

Yukarıdaki deneysel kanıtlar, atomların iç yapısının ilk kullanışlı modeline yol açtı. kuru üzümlükurabiye modeli. Kuru üzümlükurabiye modelinde, bir atom nispeten büyük, kütleli, pozitif İçinde belirli sayıda negatif yüklüelektron bulunan yüklüküre.

Machine Translated by Google

Ödev Sorunları



Problem 1. (a) Bir nöronun gerçekçi resmi. (b) Kuyruğun (akson) bir bölümünün basitleştirilmiş diyagramı.

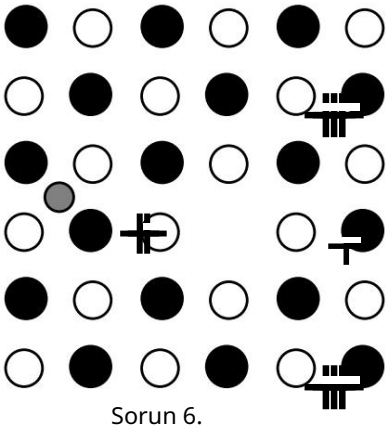
1. Şekil, sinirlerinizin yapıldığı hücre tipi olan bir nöronu göstermektedir. Nöronlar, duyusal bilgileri beyne ve komutları beyinden kaslara iletmeye hizmet eder. Bütün bu veriler elektriksel olarak iletilir, ancak hücre dinlenirken ve herhangi bir bilgi iletmezken bile hücre zarının iç kısmında bir negatif elektrik yükütabakası ve hemen dışında bir pozitif yük tabakası vardır. Bu yük, iç ve dış akışkanlarda çözünmüş çeşitli iyonlar şeklindedir. Negatif yük neden zarın iç yüzeyine yapışmış halde kalıyor ve aynı şekilde pozitif yük neden dış yüzeyden uzaklaşmıyor? 2. Bir gıda atomunda depolanan kimyasal enerji miktarının joule birimi cinsinden büyüklük sırasına göre bir tahminini yapmak için bazı paketlenmiş gıdalardaki beslenme bilgilerini kullanın. Atom ölçeğinde tipik bir atomun kütlesinin 10^{-26} kilogram olduğunu varsayalım. [Büyüklük sırası tahminlerinin nasıl yapılacağına ilişkin yardım için Newton Fiziği 1. kitabın 1. bölümüne bakın. Besinsel bir "kalori"nin aslında bir kilokalori olduğuna dikkat edin.] 3. (a) Kütleçekimsel olarak etkileşen iki kürenin potansiyel enerjisinin $PE = -Gm_1m_2 / r$ mesafesi ile verildiğini hatırlayın. Elektriksel olarak etkileşen iki küre için benzer denklem ne olurdu? Bir artı veya eksi işareti seçiminizi fiziksel gerekçelerle, çekiciliği ve iticiliği göz önünde bulundurarak gerekçelendirin. (b) Önceki problemin sonucunun r merkezden merkeze nerede 10'luk bir yarıçapı varsayarak, bir elektron tipi kuru üzümü kurabiye atomunu ayırmak için gereken enerjiyi tahmin etmek için bu ifadeyi kullanın. 4. Bir neon ışık, uçlarında metal kapaklar bulunan, neonla dolu uzun bir cam tüpten oluşur. Tüpün bir ucuna pozitif, diğer ucuna negatif yük konur. Üretilen elektrik kuvvetleri, belirli sayıda neon atomundan elektronları koparmaya yetecek kadar güçlüolabilir. Basitlik için, herhangi bir neon atomundan yalnızca bir elektronun sıyrıldığını varsayın.

Bir elektron bir atomdan ayrıldığında, hem elektron hem de neon atomu (şimdi bir iyon) elektrik yüküne sahiptir ve bunlar, tüpün yüklüuçlarının uyguladığı kuvvetler tarafından hızlandırılır. (Tüp içindeki diğer iyonlardan ve elektronlardan önemli bir kuvvet hissetmezler, çünkünötr atomlarının yalnızca çok küçük bir azınlığı iyonize olur.) İyonlar elektronlarla yeniden birleştiğinde nihayet ışık üretilir. Elektronların ve iyonların ivmelerinin büyüklüklerini ve yönlerini karşılaştırın.
(Sayısal bir cevap gerekli değildir.)

5. İki hidrojen atomunu yan yana koyarsanız, çekici bir kuvvet hissedecekler ve bir molekül oluşturmak için bir araya gelecekler. (İki hidrojen atomundan oluşan moleküller hidrojen gazının normal şeklidir.) Her biri elektriksel olarak nötr olduğuna göre, birbirlerine yakınsa neden bir kuvvet hissederler? Çekici ve itici güçlerin hepsinin birbirini tam olarak eşitlemesi gerekmez mi?

SA çözümükitabın arkasında verilmiştir. « Zor bir sorun. Bilgisayarlı cevap kontrolümevcuttur. Hesap gerektiren bir problem.

Machine Translated by Google



Sorun 6.

6 . Şekil, bir tuz kristalinin üç boyutlu yapısının bir katmanını göstermektedir. Atomlar her yöne çok daha uzağa uzanır, ancak burada yalnızca altıya altı kare gösterilmiş tir. Daha büyük daireler -e yükleri olan klor iyonlarıdır . Daha küçük daireler, +e yüklüsodyum iyonlarıdır . Komşu iyonlar arasındaki mesafe yaklaşık 0,3 nm'dir.
Gerçek kristaller asla mükemmel değildir ve burada gösterilen kristalin iki kusuru vardır: bir yerde eksik bir atom ve küçük boşluklardan birine yerleştirilmiş , gri bir daire olarak gösterilen fazladan bir lityum atomu. Lityum atomunun yükü+e ise, üzerindeki toplam kuvvetin yönüve büyüklüğünedir? Burada gösterilen ikisinden başka kristalde yakınlarda başka kusur olmadığını varsayın. [İpuçları: Lityum iyonu üzerindeki kuvvet, katrilyonlarca sodyum ve klor atomunun tüm kuvvetlerinin vektör toplamıdır, ki bu açıkça hesaplanması çok zahmetli olacaktır. Bununla birlikte, bu kuvvetlerin neredeyse tamamı, lityumun karşı tarafındaki bir iyondan gelen bir kuvvet tarafından iptal edilir.]

7 . Dünya ve Ay yerçekimi ile birbirine bağlıdır. Bunun yerine, çekim kuvveti, her birinin aynı büyüklükte ancak zıt işaretli bir yükün sonucuysa, gerekli kuvveti üretmek için her birine yerleştirilmesi gereken yük miktarını bulun.

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Marie ve Pierre Curie, radyumu önemli miktarlarda saflaş tıran ilk kiş ilerdi. Radyumun yoğun radyoaktivitesi, elektronların proton ve nötronlardan oluş an bir ç ekirdeğin yörüngesinde döndüğü modern gezegensel atom modeline yol aç an deneyleri mümkün kıldı.

2 Çekirdek

2.1 Radyoaktivite

Becquerel'in radyoaktivite keş fi

Fizikç iler kuru üzümlükurabiye modelinin yanlış olduğunu ve atomun pozitif yükünün küç ücük, merkezi bir ç ekirdekte yoğunlaş tığını nasıl anladılar? Hikaye, Fransız kimyager Becquerel'in radyoaktiviteyi keş fetmesiyle baş lar. Radyoaktivite keş fedilene kadar, doğanın tüm süreç lerinin, atom kombinasyonlarının arka sıraları olan kimyasal reaksiyonlara dayandığı düş ünülüyordu. Atomlar birbirine yakın olduklarında birbirlerine kuvvet uygularlar, bu nedenle onları yapış tırmak veya ayırmak potansiyel enerjiyi serbest bırakır veya depolar. Bu enerji, bir bitkinin güneş ış ığındaki enerjiyi ş eker ve karbonhidrat yapmak iç in kullanması veya küç ük bir ç ocuğun ş eker yemesi ve enerjiyi kinetik enerji ş eklinde serbest bırakması gibi diğer formlara dönüş türülebilir.

Becquerel, kimyasal olmayan bilinmeyen yeni bir kaynaktan enerji salan bir süreç keş fetti. Babası ve büyükbabası da fizikç i olan Becquerel, hayatının ilk yirmi yılını geç irdi.

Machine Translated by Google

Başarılı bir inşaat mühendisi olarak profesyonel yaşam, sadece yarı zamanlı olarak fizik öğretiyor. Daha önce burayı işgal etmiş olan babasının ölümünden sonra Paris'teki Musée d'Histoire Naturelle'de fizik kürsüsüne layık görüldü Şimdi fiziğe ayıracak önemli miktarda zamanı olduğundan, ışık ve maddenin etkileşimini incelemeye başladı. Bir maddenin ışıktan enerji emdiği ve daha sonra enerjiyi ancak yavaş yavaş kaybolan bir parıltı yoluyla serbest bıraktığı fosforesans fenomeniyle ilgilenmeye başladı. Araştırdığı maddelerden biri, UKSO5 tuzu olan bir uranyum bileşiğiydi . 1896'da bir gün, bulutlu hava, floresanını gözlemlemek için bu maddeyi güneş ışığına maruz bırakma planına müdahale etti. Onu bir çekmeceye, tesadüfen boş bir fotoğraf plakasının üstüne sıkıştırdı - modern plastik film rulosunun eski moda cam destekli karşılığı. Plaka dikkatlice sarılmıştı, ancak birkaç gün sonra Becquerel kullanmadan önce karanlık odada kontrol ettiğinde, sanki tamamen ışığa maruz kalmış gibi harap olduğunu gördü

Tarih, bu şekilde meydana gelen birçok bilimsel keşif örneği sunar: uyanık ve meraklı bir zihin, çoğu insanın açıklamaktan endişe duymayacağı bir fenomeni araştırmaya karar verir. İlk önce, plakanın etrafındaki tüm ışığı engelleyen kalın bir kağıt sargısına rağmen, etkinin uranyum tuzu tarafından üretildiğini daha sonraki deneylerle belirledi. Çeşitli bileşikler denedi ve bunu yapanın uranyum olduğunu buldu: Etki, herhangi bir uranyum bileşiği tarafından üretildi, ancak uranyum atomları içermeyen herhangi bir bileşik tarafından üretilmedi. Etki, yeterli bir metal kalınlığı ile en azından kısmen engellenebilirdi ve uranyum ile levha arasına yerleştirerek madeni para siluetleri üretebildi. Bu, etkinin düz bir çizgide ilerlediğini gösterdi, bu nedenle, örneğin kimyasalların kağıttan sızması yerine bir çeşit ışın olması gerekiyordu. Etkisi uranyum tuzundan yayıldığı için "radyasyon" kelimesini kullandı.

Bu noktada Becquerel hala uranyum atomlarının ışıktan enerji emdiğine ve ardından enerjiyi gizemli ışınlar şeklinde yavaş yavaş serbest bıraktığına inanıyordu ve deneylerini açıklayan ilk yayınlanmış dersinde bunu böyle sundu. İlginç ama dünyayı sarsan değil. Ancak daha sonra, uranyumun içinde ışıkla depolanmış olduğu varsayılan tüm enerjiyi tüketmesinin ne kadar sürdüğünü belirlemeye çalıştı ve ne kadar beklerse beklesin, asla hareketsiz hale gelmediğini gördü Sadece bu da değil, bütün bir öğleden sonra yoğun güneş ışığına maruz kalan bir numune, her zaman içeride tutulan bir numuneden daha fazla veya daha az etkili değildi. Bu, enerjinin korunumu ihlali miydi? Enerji ışığa maruz kalmaktan gelmediyse, nereden geldi?

Machine Translated by Google

Üç çeşit "radyasyon"

Enerjinin kaynağını doğrudan belirleyemeyen yüzyılın başındaki fizikçiler bunun yerine "radyasyonların" yayıldıktan sonraki davranışlarını incelediler. Becquerel, radyoaktivitenin kumaş ve kağıttan geçebileceğini zaten göstermişti, bu nedenle yapılacak ilk bariz şey, radyoaktivitenin hangi kalınlıktaki malzemeden geçebileceğini daha ayrıntılı olarak araştırmaktı. Kısa bir süre sonra, radyoaktivite yoğunluğunun belirli bir bölümünün birkaç santim hava tarafından bile ortadan kaldırılacağını öğrendiler, ancak geri kalanı daha fazla havadan geçerek ortadan kaldırılmadı. Görünüşe göre, radyoaktivite, biri hava tarafından engellenen birden fazla türün bir karışımıydı. Daha sonra, havaya nüfuz edebilen kısmın daha fazla bir kısmının bir kağıt parçası veya çok ince bir metal folyo ile elimine edilebileceğini buldular. Bununla birlikte, ondan sonra geriye kalan, bir tuğla duvardan geçtikten sonra bile yoğunluğunun bir kısmı hala devam eden üçüncü, son derece nüfuz edici bir tipti. Bunun üç tür radyoaktivite olduğunu gösterdiğine karar verdiler ve gerçekte ne olduklarına dair en ufak bir fikirleri olmadan onlara isimler uydurdular. En az nüfuz eden tür keyfi olarak α (alfa), Yunan alfabesinin ilk harfi ve en çok nüfuz eden tür için β (beta) ve son olarak γ (gama) ile etiketlendi.

Radyum: daha yoğun bir radyoaktivite kaynağı

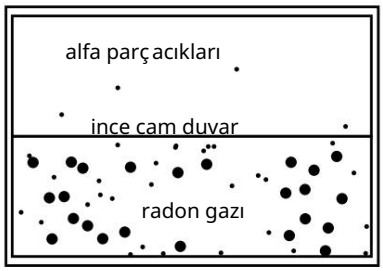
Radyoaktiviteyi tespit etmek için kullanılan ölçüm cihazları kabaydı: fotoğraflı grafik plakalar ve hatta insan gözbebekleri (radyoaktivite, göz içindeki jöle benzeri sıvıda ışık flaşları yapar, aksi takdirde çok karanlıksa göz küresinin sahibi tarafından görülebilir). Radyoaktiviteyi tespit etme yolları çok kaba ve duyarsız olduğundan, uranyum tarafından yayılan radyoaktivite miktarının gerçekten çok büyük olmaması gerçeği daha fazla ilerlemeyi engelledi. Fizikçi/kimyager Marie Curie ve kocası Pierre'in hayati katkısı, radyum elementini keşfetmek ve onu önemli miktarlarda saflaştırmak ve izole etmekti. Radyum, birim kütle başına uranyumdan yaklaşık bir milyon kat daha fazla radyoaktivite yayar, bu da radyoaktivitenin gerçek doğasını öğrenmek için gerekli olan deneylerin yapılmasını mümkün kılar. Radyoaktivitenin insan sağlığı üzerindeki tehlikeleri o zamanlar bilinmiyordu ve Marie otuz yıl sonra lösemiden öldü (Pierre bir at arabası tarafından ezildi ve öldürüldü)

Machine Translated by Google

Alfaların, betaların ve gamaların doğasının izini sürmek Radyum kullanılabilir
hale gelirken, Ernest Rutherford adında bir çırak bilim adamı, memleketi
Yeni Zelanda'dan İngiltere'ye geldi ve Cavendish Laboratuvarı'nda radyoaktivite
incelemeye başladı. Genç koloninin ilk başarısı, beta ışınlarının kütle/yük
oranını ölçmek oldu.
Teknik temelde Thomson'ın katot ışınlarının elektrik ve manyetik alanlardaki
sapmalarını ölçerek kütle/yük oranını ölçmek için kullandığı teknikle aynıydı.
Tek fark, bir vakum tüpünün katodu yerine, beta ışınlarını sağlamak için bir
radyum küçesinin kullanılmasıydı. Sadece teknik aynı değildi, sonuç da aynıydı.
Beta ışınları , katot ışınlarıyla aynı m/q oranına sahipti, bu da onların bir ve aynı
olduklarını gösteriyordu. Günümüzde, basitçe "elektron" terimini kullanmak ve
arkaik "katot ışını" ve "beta parçacığı"ndan kaçınmak mantıklı olacaktır, ancak
eski etiketler hala yaygın olarak kullanılmaktadır ve ne yazık ki fizik öğrencilerinin
üçünüde ezberlemesi gerekmektedir. aynı şey için isimler.

İlk başta, ne alfaların ne de gamaların yön değiştiremeyeceği görülüyordu.
elektrik veya manyetik alanlar, hiçbirinin elektrikle yüklüolmadığı izlenimini
veriyor. Ama çok geçmeden Rutherford çok daha güçlübir mıknatıs elde etti
ve onu alfaları saptırmak için kullanabildi, gamaları değil. Alfalar, betalardan çok
daha büyük bir m/q değerine sahipti (yaklaşık 4000 kat daha büyük), bu yüzden
saptırılması çok zordu. Gammalar yüksüzdür ve daha sonra bir ışık şekli olduğu
bulunmuş tur.

Alfa parçacıklarının m/q oranının, He++ (iki eksik elektronlu bir helyum
atomu) ve H2+ (bir elektron eksik bir molekülle bağlı iki hidrojen atomu) olmak üzere
iki farklı iyon tipiyle aynı olduğu ortaya çıktı . , bu yüzden onlardan biri ya da diğeri
olmaları muhtemeldi. Deneyin, Rutherford'un He++ iyonlarını
göstermektedir . Bir alfa yayıcı olan gaz halindeki radon elementi, çift camlı bir
bölmenin yarısına yerleştirildi. Odayı bölen cam duvar son derece ince yapılmıştı,
böylece hızla hareket eden alfa parçacıklarının bir kısmı içeri girebilmişti.
Başlangıçta boş altılan diğer oda, yavaş yavaş (çevrelerinden elektronları hızla
toplayacak ve elektriksel olarak nötr hale gelecek) bir alfa parçacıkları popülasyonu
biriktirmeye başladı. Rutherford daha sonra ikinci odada ortaya çıkanın helyum
gazı olduğunu belirledi. Böylece alfa parçacıklarının He++ iyonları olduğu kanıtlandı .
Çekirdek henüz keşfedilmemişti, ancak modern terimlerle, bir He++ iyonunu bir
He'nin çekirdeği olarak tanımlardık.



Rutherford'un 1908 deneyinin basitleştirilmiş bir versiyonu, alfa parçacıklarının iki kat iyonize helyum atomları olduğunu gösteriyor.

atom.

Özetlemek gerekirse, radyoaktif elementler tarafından yayılan üç tür
radyasyon ve bunların modern terimlerle tanımları şunlardır: Birkaç inç hava

tarafından durdurulan alfa parçacığı He çekirdeği Bir kağıt parçası
tarafından durdurulan beta parçacığı kalın koruyucu gama ışını nüfuz
eder elektron bir ışık türü

Tartışma sorusu

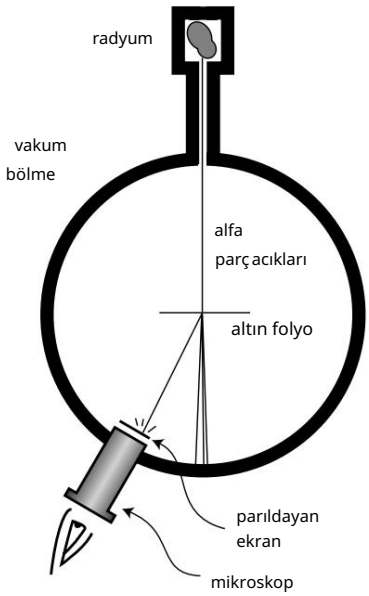
Çoğu radyoaktivite kaynağı, yalnızca üçünden birini değil, alfaları, betaları ve gamaları yayar. Radon deneyinde, Rutherford alfaları incelediğini nereden biliyordu?

Machine Translated by Google

2.2 Atomun Gezegen Modeli

Şimdi sahne, atomun pozitif yüklükısmının, kuru üzümlükurabiye modelinin "kurabiye hamuru" yerine atomun merkezindeki küçük, yoğun bir yumru olduğu beklenmedik keşfi için hazırlanmıştı. 1909'a gelindiğinde, Rutherford yerleşik bir profesördüve onun altında çalışan öğrencileri vardı. Marsden adındaki ham bir lisans öğrencisi için, sıkıcı ama basit olacağını düşündüğübir araştırma projesi seçti.

Alfa parçacıklarının bir kağıt yaprağı tarafından tamamen durdurulmasına rağmen, yeterince ince bir metal folyodan geçebilecekleri zaten biliniyordu. Marsden, sadece 1000 atom kalınlığında bir altın folyo ile çalışacaktı. (Folyo muhtemelen bir vakum odasında biraz altının buharlaştırılmasıyla yapılmıştır, böylece bir cam mikroskop lamı üzerine ince bir tabaka çökeltilecektir. Folyo daha sonra slayt suya daldırılarak slayttan kaldırılır.)



Rutherford, daha önceki deneylerinde, radyum tarafından yayılan alfa parçacıklarının hızını, fantastik bir 1.5x107 m/s olarak belirlemişti. Rutherford'un grubundaki deneyciler, onları, büyük altın atomlarının "kurabiye hamuru" kısmına nüfuz eden çok küçük, çok hızlı güller olarak görselleştirdiler. Bir kağıt parçasının yüz bin atom kadar bir kalınlığı vardır, bu onları tamamen durdurmak için yeterli olacaktır, ancak bin tanesine çarpmak onları sadece biraz yavaşlatır ve orijinal yollarından hafifçe saptırır.

Marsden'in sözde ho-hum görevi, alfa parçacıklarının çeşitli açılarda ne sıklıkla saptığını ölçmek için şekilde gösterilen aparatı kullanmaktı. Bir kutunun içindeki küçücük bir radyum yığını alfa parçacıkları yayar ve bir tüpten geçenler dışındaki tüm alfalar bloke edilerek ince bir ışın oluşturulur. Altında genellikle küçük bir miktar saptırılırlar, TV'nin resim tüpünün ekranına çok benzer bir ekrana ulaşırlar ve vurulduğunda bir ışık parlaması yaparlardı. İşte bir parçacık demetinin birer birer tespit edildiği bir deneyde karşılaştığımız ilk örnek. Bu mümkündüçünküher bir alfa parçacığı çok fazla kinetik enerji taşıyordu; Thomson deneyindeki elektronlarla yaklaşık aynı hızda hareket ediyorlardı, ancak on bin kat daha fazla kütleye sahiptiler.

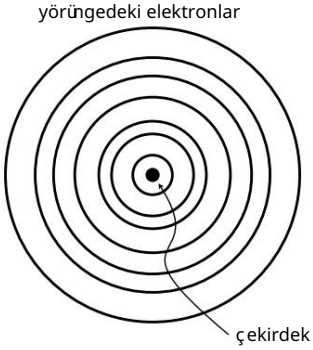
Marsden karanlık bir odada oturup saatlerce cihazı izliyordu. ve çeşitli açılarda hareket ettirilen ekran ile flaş sayısını kaydetme. Ekranı alfaların orijinal yolunun çizgisine yakın bir açıyla ayarladığında flaşların hızı en yüksekti, ancak daha uzaktaki bir alanı izlerse, arada sırada içinden sapmış bir alfa da görürdü daha büyük bir açı. Bunlardan birkaçını gördükten sonra, daha da büyük açıların, hatta belki de 90 dereceden daha büyük açıların olup olmadığını görmek için ekranı hareket ettirmek gibi çılgın bir fikir aklına geldi.

Çılgın fikir işe yaradı: Birkaç alfa parçacığı 180 dereceye kadar açılardan saptırıldı ve rutin deney çığır açan bir deney haline geldi. Rutherford, "Alfa parçacıklarının bir kısmının geri gelmesini sağladık. Neredeyse bir kağıt mendile 15 inçlik bir mermi atmışsınız ve geri gelip size çarpmış gibi inanılmazdı."

Üzümlükurabiye modelinde açıklamalar yapmak zordu. Ne

Machine Translated by Google

yoğun elektrik kuvvetleri, bu kadar astronomik hızlarda hareket eden bazı alfa parçacıklarının bu kadar büyük bir şekilde yön değiştirmesine neden olmuş olabilir mi? Her altın atomu elektriksel olarak nötr olduğundan, onun dışındaki bir alfa parçacığına fazla kuvvet uygulamaz. Doğru, eğer alfa parçacığı belirli bir atoma çok yakın veya içindeyse, o zaman kuvvetler mutlaka mükemmel bir şekilde birbirini götürmezdi; alfa parçacığı belirli bir elektrona çok yaklaşırsa , Coulomb kuvvet yasasının 1/r2 formu çok güçlübir kuvvet oluşturacaktır. Ancak Marsden ve Rutherford, bir alfa parçacığının bir elektrondan 8000 kat daha büyük olduğunu biliyorlardı ve daha büyük kütleli bir nesnenin, momentum ve enerjiyi korurken daha az kütleli bir nesneyle çarpışmadan geriye doğru sıçraması mümkün değil. Prensipte, belirli bir alfanın, onu bir elektrona çok yakınlaştıran ve sonra başka bir elektrona çok yakınlaştıran bir yolu izlemesi, vb., büyük bir sapmanın net sonucuyla mümkün olabilir, ancak dikkatli hesaplamalar böyle olduğunu gösterdi. elektronlarla çoklu "yakın karşılaşmalar" gerçekte ne gözlemlendiğini açıklamak için milyonlarca kez çok nadir olurdu.



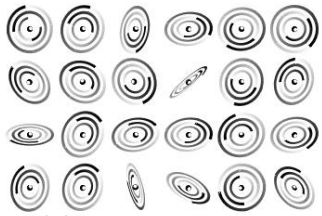
Atomun gezegen modeli.

Bu noktada, Rutherford ve Marsden, tüm elektronların, tıpkı güneş etrafında dönen gezegenler gibi, küçük, pozitif yüklübir çekirdek veya "çekirdek" etrafında yörüngede döndüğü popüler olmayan ve ihmal edilen bir atom modelini toz haline getirdiler. Atomun tüm pozitif yüküve neredeyse tüm kütlesi, kuru üzümlükurabiye modelinde olduğu gibi atomun her tarafına yayılmak yerine çekirdekte yoğunlaşacaktır. Pozitif yüklü alfa parçacıkları, altın atomunun çekirdeği tarafından püskürtülür, ancak alfaların çoğu, yollarını büyük ölçüde değiştirecek kadar herhangi bir çekirdeğe yaklaşmaz.

Bununla birlikte, bir çekirdeğe yaklaşan birkaç kişi, ağır bir altın atomunun çekirdeği, bir alfa parçacığından elli kat daha büyük olacağından, böyle bir tek karşılaşmadan geriye sıçrayabilirdi. Çeşitli açılardan sapmaların nispi sıklığını veren bir formül türetmenin bile çok zor olmadığı ortaya çıktı ve bu hesaplama, verilerle yeterince iyi (% 15'e kadar) uyuşuyordu, üzerinde iyi deneysel istatistikler elde etmenin zorluğu göz önüne alındığında. nadir, çok büyük açılar.

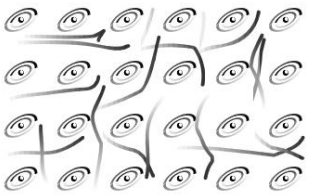
Bir öğrencinin bilime başlaması için sıkıcı bir alıştırma olarak başlayan şey, doğayı anlamamızda bir devrim olarak sona erdi. Aslında, her şey kulağa Horatio Alger türünün imalarını taşıyan bilimsel yöntemin ahlaki bir fabl gibi gelebilir. Şüpheci okuyucu, Marsden ve Rutherford'un keşfine kadar gezegen modelinin neden bu kadar tamamen göz ardı edildiğini merak edebilir. Bilim gerçekten daha çok, belirli fikirlerin müesses nizam tarafından kabul edildiği ve diğer eşit derecede makul açıklamaların keyfi olarak bir kenara atıldığı sosyolojik bir girişim midir? Bazı sosyal bilimciler şu anda birçok bilim insanının tüylerini buna benzer eleştirilerle karıştırıyorlar, ancak bu özel durumda, gezegen modelini reddetmek için çok sağlam nedenler vardı. Bu kursun ilerleyen kısımlarında daha ayrıntılı olarak öğreneceğiniz gibi, hızlanan herhangi bir yüklüparçacık, enerjiyi ışık şeklinde yayar. Gezegensel modelde, elektronlar çekirdeğin yörüngesinde daireler veya elipsler halinde dönüyorlardı, bu da şu anlama geliyordu:

Machine Translated by Google



Metal olmayan.

Manyetik olmayan bir metal.



Mıknatıslanmış bir metal.

Tüm bu rakamların çeşitli şekillerde basitleştirildiğine dikkat edin. Bir kere, tek bir atomun elektronlarının hepsi aynı düzlemde çekirdeğin etrafında dönmez. Bir metalin bu şekilde gösterildiği gibi atomlarının %100'ünün rotasyonlarının hizalı olduğu kadar güçlübir şekilde magnetize olması da çok olağandışıdır.

tıpkı bir virajda dönen bir arabada hissettiğiniz hızlanma gibi hızlanıyorlardı. Enerjilerini ışık olarak dağıtmaları ve sonunda tüm enerjilerini kaybetmeleri gerekirdi. Atomlar kendiliğinden bu şekilde çökmezler, bu yüzden sabit elektronları olan kuru üzümlükurabiye modeli başlangıçta tercih edildi. Başka sorunlar da vardı. Gezegensel modelde, tek elektronlu atomun düz olması gerekirdi, bu da hidrojen ve atomları temsil eden küresel toplarla moleküler modellemenin başarısıyla tutarsız olurdu. Moleküler modeller, farklı atomlar için belirli boyutlar kullanıldığında da en iyi şekilde çalışıyor gibi görünüyordu, ancak gezegen modelinde bir elektronun yörüngesinin yarıçapının neden sabit bir sayı olması gerektiğine dair açık bir neden yok. Ancak, kesin Marsden-Ruther ford sonuçları göz önüne alındığında, bunlar gezegen modeline inanmamak için nedenler değil, atom fiziğinde yeni bulmacalar haline geldi.

Gezegen modeliyle açıklanan bazı fenomenler

Gezegen modeli, atomun nihai, mükemmel modeli olmayabilir, ancak gücünühafife almayın. Zaten birçok fenomeni doğru bir şekilde görselleştirmemize izin veriyor.

Örnek olarak ametaller, metaller arasındaki farkları ele alalım. manyetik olan ve manyetik olmayan metaller. Şekillerde gösterildiği gibi, bir metal ametalden farklıdır çünküen dış taki elektronları belirli bir atoma bağlılıklarından ziyade serbestçe dolaşabilirler. Mıknatıslanabilen bir metal, bazı elektronlarının dönüşlerini eksenleri paralel olacak şekilde hizalamaya istekli olan bir metaldir. Manyetik kuvvetlerin hareket eden yükler tarafından oluşturulan kuvvetler olduğunu hatırlayın; henüz manyetik kuvvetlerin matematiğini ve geometrisini tartışmadık, ancak manyetik olmayan maddedeki atomların rastgele yönelimlerinin kuvvetlerin iptaline nasıl yol açacağını görmek kolaydır.

Gezegen modeli neden bir elementin metal diğerinin ametal olduğu gibi soruları hemen yanıtlamasa bile, bu fikirleri kuru üzümlükurabiye modelinde kavramsallaştırmak zor veya imkansız olacaktır.

Tartışma Soruları Gerçekte, aynı türden yükler birbirini iter ve farklı tür yükler birbirini çeker. Kuralların tam tersi olduğunu, zıt yükler arasında itme ve benzer yükler arasında çekim sağladığını varsayalım. Evren nasıl olurdu?

Machine Translated by Google

2.3 Atom Numarası

Önceki bölümdeki bir tartış ma sorusunda ima edildiği gibi, bilim adamları Bu periyodda, çeş itli kimyasal elementlerin çekirdeğinde kaç birim yük bulunduğuna dair yalnızca çok yaklaş ık bir fikir vardı. Artık nükleer yük birimlerinin sayısını elementin periyodik tablodaki konumuyla iliş kilendirmemize ve atom numarası olarak adlandırmamıza rağmen, böyle bir iliş kinin var olduğu hakkında hiçbir fikirleri yoktu. Mendeleev'in masası, gerekli herhangi bir fiziksel öneme sahip bir ş ey değil, sadece bir organizasyon aracı gibi görünüyordu. Masayı ters çevirdiğinizde veya sol ve sağ taraflarını ters çevirdiğinizde Mendeleev'in yaptığı her ş ey eş it derecede geçerli görünüyordu, bu nedenle öğeleri tam sayılarla sırayla numaralandırmak isteseniz bile, bunun nasıl yapılacağı konusunda bir belirsizlik vardı. Mendeleev'in orijinal masası, modern olana kıyasla aslında baş aş ağıydı.

Çekirdeğin keş finden hemen sonraki dönemde, fizikçiler çeş itli çekirdeklerin yükleriyle ilgili yalnızca kaba tahminlere sahiptiler. En hafif çekirdekler söz konusu olduğunda, çeş itli yöntemlerle çıkarabilecekleri maksimum elektron sayısını buldular: kimyasal reaksiyonlar, elektrik kıvılcımları, ultraviyole ış ık vb. Örneğin, bir veya iki elektronu helyumdan kolayca ayırarak He+ veya He++ yapabilirler, ancak muhtemelen helyumun nükleer yüksadece +2e olduğundan hiç kimse He+++ yapamazdı. Ne yazık ki en hafif elementlerden sadece birkaç ı tamamen soyulabildi, çünküdaha fazla elektron sıyrıldığında, kalan pozitif net yük o kadar büyük ve negatif yüklüelektronların geri kalanı o kadar güçlütutulacaktı. Ağır elementlerin atom numaraları, atom numarasının, bir hidrojen atomunun kütlesinin birimleri olarak ifade edilen atom kütlesinin yaklaş ık yarısı olduğu hafif elementlerden kabaca tahmin edilebilirdi. Örneğin altının kütlesi hidrojeninkinin yaklaş ık 197 katıydı, dolayısıyla atom numarasının bunun yaklaş ık yarısı veya 100 civarında olduğu tahmin ediliyordu. Ş imdi bunun 79 olduğunu biliyoruz.

Sonunda nasıl öğrendik? Nükleer suçlama bilmecesi, sonunda iki farklı teknik kullanılarak baş arılı bir ş ekilde saldırıya uğradı.

1 H																	2 O
3 O	4 olmak											5 B	6 C	7 N	8 Ö	9 F	10 Evet
11 Çoktan	12 Mg											13 Al	14 Ve	15 P	16 S	17 Cl	18 ile birlikte
19 K	20 O	21 sc		22 Nin-nin	23 İÇİNDE	24 cr	25 Mn	26 Fe	27 ortak	28 İçinde	29 İle birlikte	30 çinko	31 Burada	32 Ge	33 Olarak	34 Gör	35 Br	36 NOK
37 Rb	38 Bay	39 Y		40 Zr	41 not	42 ay	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 PD	47 saat	48 CD	49 İçinde	50 Sn	51 Sb	52 bu	53 _	54 Araba
55 C'ler	56 Değil	57 bu	*	72 hf	73 Baş ına	74 İçinde	75 Tekrar	76 Sen	77 Ve	78 nokta	79 saat	80 Hg	81 TL	82 Pb	83 Birlikte	84 Sonrasında	85 saat	86 Rn
87 Cum	88 Güneş	89 Ve	**	104 Rf	105 O sahip	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118

*	58 Bu	59 Hakkı-hiç kimse	60 Nd	61 Öğleden sonra	62 Sm	63 AB	64 gd	65 yemek	66 Ş unlar	67 İle	68 Dır-dir	69 Tm	70 yb	71 lu
**	Th	Peki	İÇİNDE	Örneğin	Abilir	Ben	Santimetre	bk	bkz.	Bu	FM	md	Numara	lr

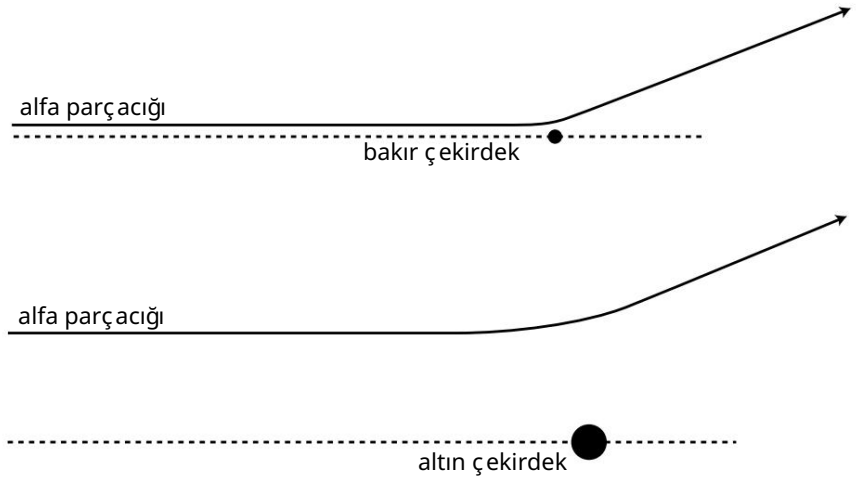
Atom numaralarıyla etiketlenmiş modern bir periyodik tablo. Mendeleev'in orijinal masası, buna kıyasla baş aş ağıydı.

Machine Translated by Google

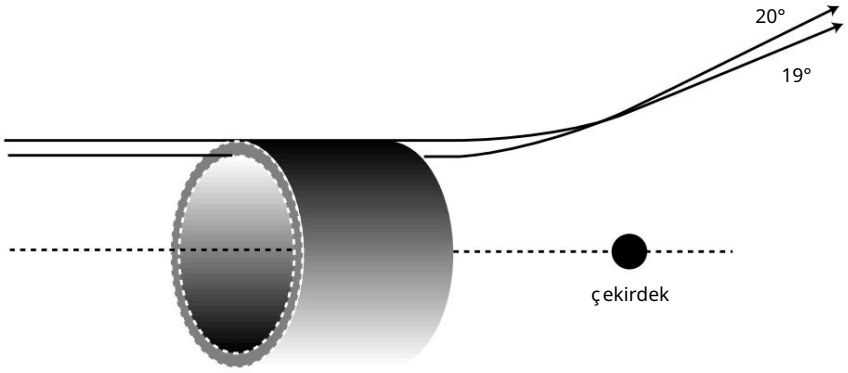
çadır sonuçları. X-ışınlarını içeren bir dizi deney, Avrupa emperyalistleri arasında Çanakkale Boğazı'na kimin sahip olacağı konusundaki bir savaşta, o zamanlar Sona Kadar Savaş olarak bilinen bu anlamsız çatışma sırasında, bilimsel dehası yakında feda edilecek olan genç Henry Mosely tarafından gerçekleştirildi. Tüm Savaşlar ve şimdi I. Dünya Savaşı olarak anılıyor.

Mosely'nin analizi, henüz aşina olmadığınız birkaç kavram gerektirdiğinden, bunun yerine James Chadwick'in aynı zamanlarda kullandığı tekniği anlatacağız. Chadwick'in deneylerini tanımlamanın ek bir avantajı, atom altı parçacıkların çarpışmalarını inceleyen önemli modern tekniğin habercisi olmalarıdır. Lisansüstü okulda, tez danışmanının tez danışmanı Chadwick olan bir profesörle çalıştım ve adam hakkında bazı ilginç hikayeler anlattı. Chadwick, görünüşe göre biraz çatlak ve bilim konusunda tam bir fanatikti, o kadar ki, II. fizik deneyleri yapmaya çalışabilir.

Chadwick'in deneyi böyle çalıştı. İlki Rutherford'un orijinal deneyinde olduğu gibi hedef olarak altın bir folyo ve ardından bir bakır folyo ile olmak üzere iki Rutherford tipi alfa saçılımı ölçümüyaptığınızı varsayalım. Her iki durumda da büyük sapma açıları elde etmek mümkündür, ancak şekilde gösterildiği gibi, alfa parçacığı, çok daha uzak olan bir alfa ile meydana gelebilecek aynı sapma açısını elde etmek için bakır çekirdeğe neredeyse düz bir şekilde gitmelidir. işaret dışı; Altın çekirdeğinin yükübakırınkinden çok daha fazladır ki, alfa parçacığına çok uzaklardan bile güçlübir kuvvet uygular. Durum, gözleri bağlı dart oynayan bir kişinin durumuna çok benzer. Bir alfa parçacığını hedefteki tek bir çekirdeğe hedeflemenin imkansız olması gibi, gözleri bağlı kişi de dartları gerçekten hedefleyemez. Bakır atomuyla çok yakın bir karşılaşma elde etmek, dart tahtasında bir iç daireye çarpmaya benzer. Onun



Machine Translated by Google



Bir alfa parçacığı,
saçılma oluş turmak için hayali silindirik
borunun ön tarafındaki halka
19 ile 20 derece arasında bir açı.
Bu halkanın alanı, 19-20°'de saçılma
için "kesit" olarak adlandırılır, çünkü
bir kesimin kesit alanıdır
boru aracılığıyla.

kiş inin dış çembere çarpma ş ansına sahip olması çok daha olasıdır,
bu da daha fazla sayıda inç kareyi kapsar. Kıyasla, eğer ölçersen
alfaların belirli bir noktada bakır tarafından saçılma sıklığı
açı, diyelim ki 19 ile 20 derece arasında ve daha sonra aynı ölçümüaltın ile
aynı açıda yapın, çok daha yüksek bir yüzde elde edersiniz.
bakırdan daha altın.

Aslında, iki çekirdeğin yüklerinin sayısal oranı türetilebilir.
bu aynı deneysel olarak belirlenmiş orandan. Atom numarası için standart
Z gösterimini kullanarak (çekirdeğin yükünün e'ye bölümü),
aş ağıdaki denklem kanıtlanabilir:

$$\frac{Z^2_{\text{altın}}}{Z^2_{\text{bakır}}} = \frac{\text{19–20°'de altın tarafından saçılan alfa sayısı}}{\text{19–20°'de bakır tarafından saçılan alfa sayısı}}$$

Tüm cihazlardan oluş turulan hedefler için bu tür ölçümler yaparak
elementler, tüm atom numaralarının oranları çıkarılabilir ve
hafif elementlerin atom numaraları zaten biliniyordu, atom numaraları
tüm periyodik tabloya atanabilir. Mosely'ye göre,
bakır, gümüş ve platin atom numaraları 29, 47 ve 78 idi.
periyodik tablodaki konumlarıyla iyi bir uyum içindeydi. Chadwick'in
aynı elemanlar için rakamlar 29.3, 46.3 ve 77.4 idi ve hata çubukları ş u ş ekildeydi:
temel yükün yaklaş ık ± 1.5 katı, yani iki deney
iyi anlaş ma

Buradaki nokta kesinlikle fiş e takmaya hazır olmanız değil
Bir ödev veya sınav sorusu için yukarıdaki denkleme sayılar! Benim
Bu bölümdeki genel amaç, hakkında bildiklerimizi nasıl bildiğimizi açıklamaktır.
atomlar. Chadwick'in deneyini açıklamanın ek bir avantajı,
yaklaş ım, modern parçacık fiziği deneylerinde kullanılana çok benzer
ve analizde kullanılan fikirler, artık her yerde bulunan “kesit” kavramıyla
yakından iliş kilidir. Dart tahtası benzetmesinde, kesit, vurmanız gereken
dairesel halkanın alanı olacaktır. akıl yürütme
“kesit” teriminin icadının arkasında gösterildiği gibi görselleş tirilebilir.
Ş ekilde. Bu dilde, Rutherford'un gezegensel icadı
model, altından geniş açılarda alfa saçılımı için sıfır olmayan bir enine kesit
olduğunu beklenmedik keş finden geldi ve Chadwick
Mosely'nin atom numaralarına iliş kin tespitlerini ölçerek doğruladı
alfa saçılması için kesitler.

Machine Translated by Google

Atom numarası ve saçılma arasındaki ilişkinin kanıtı

Yukarıdaki denklem şu şekilde elde edilebilir: çok kesin bir kanıt değil. Alfa parçacığını saptırmak için belirli bir açıyla, belirli bir açıya sahip olmasını gerektirir. dik yönde momentum bileşeni orijinal momentumuna. Her ne kadar çekirdeğin kuvveti alfa parçacığında sabit değilmiş gibi davranabiliriz zaman boyunca yaklaşık olarak sabit olduğunu alfa, diyelim ki, % 150'ye eşit bir mesafede en yakın yaklaşma mesafesi ve kuvvetin hareketin o kısmından önce ve sonra sıfır. (Eğer biz %120 veya %200'üseçtiyseniz, nihai sonuçta herhangi bir fark yaratmamalıdır, çünkünihai sonuç bir oranı ve pay ve payda üzerindeki etkiler birbirini iptal etmelidir.) Sabit kuvvetin yaklaşıklığında, alfanın dikey momentum bileşenindeki değişim 'ye eşittir Coulomb kuvvet yasası kuvvetin orantılı olduğunu Ft . söylüyor

2 ila Z / r sırasında biraz değişir . Rağmen

ilgilenilen zaman aralığı, tedavi etmek için yeterince iyi sadece hesapladığımız için sabit bir sayı olarak iki deneyin sonuçları arasındaki oran. Dan beri kuvveti zaman içinde hareket ediyor olarak tahmin ediyoruz mesafenin çok daha büyük olmadığı bu sırada en yakın yaklaşma mesafesi, zaman aralığı ile orantılı olmalı ve alfaya verilen yan momentum, ile orantılı Ft ,

$\left(Z / r^{2}\right) r$, veya Z / r. Eğer dağınık alfaları karşılaştırıyorsak altından ve bakırdan aynı açıda, o zaman her iki p durumda da aynıdır ve orantılılık

p Z / r bize bakırdan saçılanların

bu açıda daha yakın bir çizgi boyunca yönelmek zorundaydı merkez ekseni Z / Z altına eşit bir faktörle alfaların yapması bakır . Eğer gereken bir "dart tahtası halkası" hayal ediyorsunuz vur, sonra altın deneyinin halkası aynı bakır için olan oranlar, ancak büyütülmüş Z / Z bakıra eşit bir faktör . Yani, sadece

yüzüğün altın yarıçapı bu faktörden daha büyüktür, ancak normal bir dart tahtası üzerinde halkalar, dış kalınlığı halka da yarıçapıyla orantılı olarak daha büyüktür. Ne zaman geometrik bir şekil alıyorsun ve onu şöyle büyütüyorsun fotoğrafik bir genişleme, alanı artar genişleme faktörünün karesi ile orantılı olduğundan, altın deneyinde dart tahtası halkasının alanı

Z'ye eşit bir faktörle daha büyük $\left(/ Z_{\text{altın bakır}} \right)^{2}$. Dan beri

alfalar tamamen rastgele hedeflenir, şanslar halkaya çarpan bir alfanın alanı ile orantılıdır Yukarıda verilen denklemi kanıtlayan halkanın.

Saçılma deneylerinin ve çaprazlamanın modern kullanımına bir örnek olarak bölüm ölçümleri, son deneysel çalışmaları duymuş olabilirsiniz. üst kuark adı verilen bir parçacığın varlığına dair kanıt. on iki şu anda en küçük bileşenleri olduğuna inanılan atom altı parçacıklar madde, altısı diğer altısından ayırt edilen kuarklar adı verilen bir aile oluşturur. kuarkların birbirine yapışmasını sağlayan yoğun çekici kuvvetler tarafından. (Diğer altısı elektron artı beş daha egzotik parçacıktan oluşur.) Doğal olarak oluşan maddelerde bulunan sadece iki tür kuark vardır. proton ve nötronların ne olduğu "yukarı kuark" ve "aşağı kuark" yapıldı, ancak teorik olarak dört başka türün var olduğu tahmin edildi, toplam altı. ("Kuark" tuhaf terimi, James Joyce'un bir dizesinden gelir. "Usta Mark için üç kuark.") Yakın zamana kadar sadece beş tür kuarkların var olduğu deneylerle kanıtlanmış tı ve altıncısı, en üstteki kuark, sadece teorize edildi. Bir üst kuark tespit etme umudu yoktu. doğrudan, çünküradyoaktiftir ve sadece saniyenin milyonda biri kadardır. buharlaşmadan önce. Bunun yerine, onu Fermi'de arayan araştırmacılar Chicago yakınlarındaki Ulusal Hızlandırıcı Laboratuvarı için ölçülen kesitler çekirdeklerin diğer çekirdeklerden saçılması. Deney çok benziyordu Rutherford ve Chadwick'in, gelen çekirdeklerin olması gerektiği dışında parçacık hızlandırıcıda çok daha yüksek hızlara çıkarıldı. Sonuç bir hedef çekirdekle karşılaşma o kadar şiddetliydi ki her iki çekirdek de tamamen yıkıldı, ancak Einstein'ın kanıtladığı gibi, enerji dönüştürülebilir ve çarpışmanın enerjisi, bir uzay aracı tarafından üretilen odun parçalarının ölümcül yağmuru gibi egzotik, radyoaktif parçacıkların bir spreyini yaratır.

Machine Translated by Google

eski bir deniz savaş ında top mermisi. Bu parçacıklar arasında bazı üst kuarklar vardı. Ölçülen kesitler, bu ikincil parçacıkların belirli kombinasyonlarının üretimi için kesitlerdi. Ayrıntılar ne kadar farklı olursa olsun, ilke, yüzyılın baş ında uygulananla aynıydı: Bir ş eyleri birbirine çarpar ve içlerinde ne olduğunu görmek için uçuş an parçalara bakarsınız. Yaklaş ım, bir tüfekle bir saat çekmek ve ardından saatin nasıl çalış tığını anlamak için uçuş an parçaları incelemekle karş ılaş tırıldı.

Tartış ma soruları A. Ş ekilde gösterildiği gibi, 19° ve 20° saçılımla sonuçlanan yörüngelerin birbiriyle kesiş mesi neden mantıklıdır?

B. Rutherford, radyum tarafından yayılan alfa parçacıklarının hızını biliyordu ve bir altın atomunun pozitif yüklükısmının yaklaş ık +100'lük bir yüke sahip olduğunu tahmin etti (ş imdi bunun +79 olduğunu biliyoruz). Bazı alfa parçacıklarının 180° saptırıldığı gerçeğini göz önünde bulundurarak, o zaman bir altın çekirdeğin boyutu üzerinde bir tahminde bulunabilir misiniz? (Saçılmanın meydana geldiğini varsayın boyutlarına yaklaş ılır di? boyutuna kıyasla ihmal edilebilir olduğunu varsayalım ve altın çekirdeğinin çarpış madan biraz geri teperek biraz kinetik enerji aldığı gerçeğini göz ardı edin.)

C. Alfa parçacıklarının bir altın çekirdek tarafından saptırıldığını gösteren diyagram, alfa parçacıklarının çekirdekten çok farklı mesafelerde çizgiler üzerinde geldiği varsayımıyla çizilmiş tir. Hepsi aynı tüpten çıktığına göre neden hepsi aynı hat üzerinden gelmesin?

2.4 Çekirdeklerin Yapısı

Proton Nükleer

yüklerin hepsinin e'nin tamsayı katları olduğu gerçeği, birçok fizikçiye, çekirdeğin noktasal bir nesne olmak yerine, +e'lik bireysel yüklere sahip daha küçük parçacıklar içerebileceğini gösterdi .
Bu fikrin lehinde kanıtlar gelmesi uzun sürmedi. Rutherford, çok hafif bir elementin atomlarını alfa parçacıklarıyla bombardıman ederse, hedef çekirdeklerin küçük yükünün çok zayıf bir itme vereceğini düş ündü
Belki de kafa kafaya çarpış ma rotalarına ulaş an birkaç alfa parçacığı, hedef çekirdeklerin bazılarına fiziksel olarak çarpacak kadar yakınlaş acaktı. Bir alfa parçacığının kendisi bir çekirdektir, bu nedenle bu iki çekirdek arasında bir çarpış ma ve içerdiği yüksek hızlar nedeniyle ş iddetli bir çarpış ma olacaktır. Rutherford, nitrojen atomları içeren bir hedefi vuran alfa parçacıklarıyla yaptığı bir deneyde ödemeli kiri vurdu. Yüklüparçacıklar, yüksek hızlı bir çarpış mada arabalardan fırlayan parçalar gibi hedeften uçarken tespit edildi. Bu parçacıkların elektrik ve manyetik alanlardaki sapmalarının ölçümleri, tek iyonize hidrojen atomlarıyla aynı yük-kütle oranına sahip olduklarını gösterdi. Rutherford, bunların çekirdeğin yükünütaş ıyan tek yüklüparçacıklar olduğu ve daha sonra proton olarak adlandırıldığı sonucuna vardı. Hidrojen çekirdeği tek bir protondan oluş ur ve genel olarak bir elementin atom numarası, her bir çekirdeğinde bulunan proton sayısını verir. Protonun kütlesi elektronun kütlesinden yaklaş ık 1800 kat daha fazladır.

Machine Translated by Google

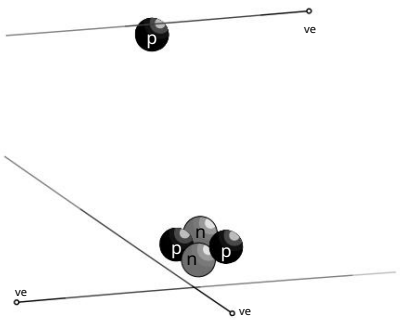
Nötron Tüm

çekirdekler sadece protonlardan yapılmış olsaydı güzel ve basit olurdu, ama durum böyle olamazdı. Periyodik tabloya bakmak için biraz zaman harcarsanız, bazı atom kütlelerinin hidrojen kütlesinin neredeyse tamsayı katları olmasına rağmen, diğerlerinin olmadığını fark edeceksiniz. Kütleleri tam sayılara yakın olsa bile, hidrojen dışındaki bir elementin kütleleri her zaman atom numarasından daha büyüktür, ona eşit değildir. Örneğin helyumun iki protonu vardır, ancak kütlesi hidrojeninkinden dört kat daha fazladır.

Chadwick, yeni bir atom altı parçacığın varlığını kanıtlayarak kafa karışıklığını giderdi. Elektrik yüklüelektron ve protonun aksine, bu parçacık elektriksel olarak nötrdür ve ona nötron adını vermiştir. Chadwick'in deneyi, bu serinin 2. kitabının 4. bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır, ancak kısaca yöntem, hafif element berilyum örneğini bir radyum yığınından bir alfa parçacıkları akışına maruz bırakmaktı. Berilyum sadece dört protona sahiptir, bu nedenle doğrudan berilyum çekirdeğine hedeflenen bir alfa, elektriksel itme ile çarpışmadan hemen önce durdurulmak yerine ona vurabilir. Nötronlar, çarpışmalardan ortaya çıkan yeni bir radyasyon şekli olarak gözlemlendi ve Chadwick, doğru bir şekilde, çekirdeğin daha önce şüphelenilmeyen, devre dışı bırakılmış bileşenleri oldukları sonucuna vardı. 2. kitapta anlatıldığı gibi, Chadwick ayrıca nötronun kütlesini de belirledi; protonunkiyle hemen hemen aynıdır.

Özetlemek gerekirse, atomlar üç tür parçacıktan oluşur:

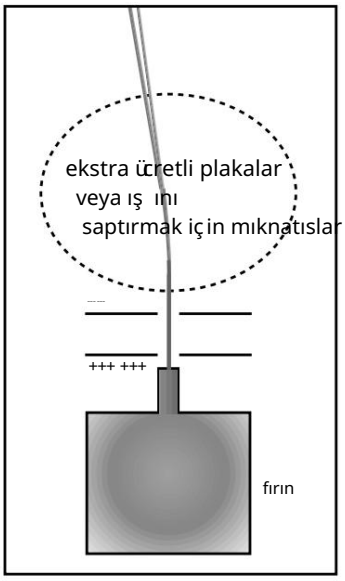
	şarj	protonun atomdaki kütle konumunun birimleri cinsinden kütle	
proton	+e	1	çekirdekte
nötron	0	1.001	çekirdekte
elektron	-e	1/1836	çekirdeğin etrafında dönen



Atomların yapısına örnekler: hidrojen (üstte) ve helyum (altta).
Bu ölçekte, elektronların yörüngeleri bir üniversite kampüsübüyüklüğünde olacaktır.

Nötronların varlığı, elementlerin gizemli kütlelerini açıklıyordu. Örneğin helyum, hidrojenden dört kat daha büyük bir kütleye sahiptir. Bunun nedeni, iki protonuna ek olarak iki nötron içermesidir. Bir atomun kütlesi esas olarak toplam nötron ve proton sayısı tarafından belirlenir. Toplam nötron artı proton sayısı bu nedenle atomun kütle numarası olarak adlandırılır.

Machine Translated by Google



vakum odası

Thomson aparatının bir versiyonu elektronlardan ziyade iyonların kütle-yük oranlarını ölçmek için modifiye edilmiş tir. Elementin küçük bir örneği söz konusu, örneğimizde bakır, ince bir buhar oluş turmak için fırında kaynatılır. (Bir vakum pompası sürekli tutmak için ana odayı emmek yeterli gaz biriktirmekten iyon demetini durdurun.) Bazıları buharın atomları iyonize edilir kıvılcım veya ultraviyole ışıkla. iyonlar memeden dışarı ve içine doğru dolaşın yüklüplakalar arasındaki bölge sonra tepeye doğru hızlandı figür. Thomson deneyinde olduğu gibi, kütle-yük oranları çıkarılır ışının sapmasından.

izotoplar

Artık helyumun yakın olduğu gerçeğinin net bir yorumuna sahibiz. hidrojenden dört kat daha büyük ve benzer şekilde tüm atomlar için hidrojen kütlesinin bir tamsayı katına yakın olan kütleler. Fakat Örneğin, atom kütlesi bundan 63,5 kat daha fazla olan bakıra ne dersiniz? hidrojen? Fazladan bir şeye sahip olduğunu düşünmek mantıklı görünmüyordu. bir nötronun yarısı! Çözüm, kütle-yüküölçülerek bulundu tek iyonize atomların oranları (bir elektronu çıkarılmış atomlar). bu teknik temelde Thomson tarafından katot için kullanılanla aynıdır. tüm atomların kendiliğinden yüzeyden dışarı sıçramaması dışında ışınlar elektronların bazen yaptığı gibi bir nesnenin Şekil, bunun nasıl yapıldığının bir örneğini göstermektedir. iyonlar, hızlanma için yüklüplakalar arasında oluş turulabilir ve enjekte edilebilir.

Cihaza bir bakır iyonu akışı enjekte ederken bir sürprizle karşılaş tık — ışın ikiye ayrılır! Kimyacılar, belirli bir elementin tüm atomlarının aynı olduğu varsayımını dogmaya yükseltmiş lerdi, ancak şunu buluyoruz: Bakır atomlarının %69'unun bir kütlesi vardır ve %31'inin başka bir kütlesi vardır. sadece bu, ancak her iki kütle de kütlenin neredeyse tamsayı katlarıdır. hidrojen (sırasıyla 63 ve 65). Bakır kimyasal kimliğini Çekirdeğindeki proton sayısı, 29, çünkükimyasal reaksiyonlar şu şekilde çalışır: elektrik kuvvetleri. Ama görünüşe göre bazı bakır atomlarında 63-29=34 nötron var. diğerlerinde 65-29=36 var. Bakırın atom kütlesi, 63.5, kütle-63 ve kütle-65 çeşitlerinin karışımının oranları. bu belirli bir elementin farklı kütle çeşitlerine o elementin izotopları denir .

İzotoplar, kütle numarası alt simge olarak verilerek isimlendirilebilir. kimyasal sembolün solunda, örn . 65Cu. Örnekler:

	protonlar	nötronlar	kütle numarası 0+1=1
1 saat	1	0	
4O	2	2	2+2=4
12C	6	6	6+6=12
14C	6	8	6+8=14
262Ha	105	157	105+157=262

Machine Translated by Google

Self-Check İzotop

ayırma aparatında hızlandırıcı plakaların pozitif ve negatif yükleri Thomson aparatına kıyasla neden ters çevrilir?

Kimyasal reaksiyonlar tamamen elektronların değiş tokuş u ve paylaş ımı ile ilgilidir: çekirdekler bu danstan çıkmak zorundadır çünküelektriksel itme kuvvetleri birbirleriyle temas edecek kadar yakınlaş malarını engeller. Protonların elektrik kuvvetleri nedeniyle kimyasal süreçler üzerinde hayati derecede önemli bir etkisi olmasına rağmen, nötronların atomun kimyasal reaksiyonları üzerinde hiçbir etkisi olamaz. Örneğin, 63Cu'yu 65Cu'dan kimyasal reaksiyonlarla ayırmak mümkün değildir. Bu nedenle kimyagerler farklı izotopların var olduğunu asla fark etmemiş lerdi. (Tamamen doğru olmak gerekirse, farklı izotoplar biraz farklı davranır çünküdaha büyük atomlar daha ağır hareket eder ve bu nedenle biraz daha az yoğunlukla reaksiyona girer. Bu küçük fark, örneğin, bir uranyum oluş turmak için gereken uranyum izotoplarını ayırmak için kullanılır. Bu etkinin küçüklüğü, ayrılma sürecini yavaş ve zor bir hale getirir, bu da nükleer silahların gezegendeki her terörist çete tarafından inş a edilmediği gerçeğine teş ekkür etmemiz gereken ş eydir.)

Çekirdeklerin boyutları ve ş ekilleri

Ağırlık olarak sayarsanız, madde neredeyse tüm çekirdeklerdir, ancak hacim açısından çekirdekler çok fazla değildir. Tek bir nötron veya protonun yarıçapı 1 fm'ye (1 fm = 10-15 m) çok yakındır, bu nedenle kütle numarası 208 olan büyük bir kurş un çekirdeğin bile çapı sadece 13 fm'dir, yani on bindir. tipik bir atomun çapından birkaç kat daha küçüktür. Çekirdeğin küçük bir küre olarak olağan görüntüsünün aksine, birçok çekirdeğin bir Amerikan futbolu gibi biraz uzadığı ve birkaçının armut veya kivi gibi egzotik asimetrik ş ekillere sahip olduğu ortaya çıktı.

Tartış ma sorusu

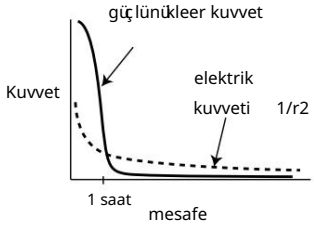
Tüm evrenin (çok büyük) bir tahıl kutusunda olduğunu ve besin etiketlemesinin tanrısal bir tüketiciye içeriğin yüzde kaçının çekirdek olduğunu söylemesi gerektiğini varsayalım. Etiketleme kütleye göre olsaydı, kabaca yüzde nasıl olurdu? Hacimce olsaydı ne olurdu?

Thomson, negatif yüklüelektronları hızlandırıyordu. Bu aygıtın, pozitif net yüküolan bir elektronu soyulmuş atomları hızlandırması gerekiyordu. Her iki durumda da, plakalar arasındaki bir parçacık, ön plaka tarafından çekilmeli ve arkasındaki plaka tarafından itilmelidir.

Machine Translated by Google

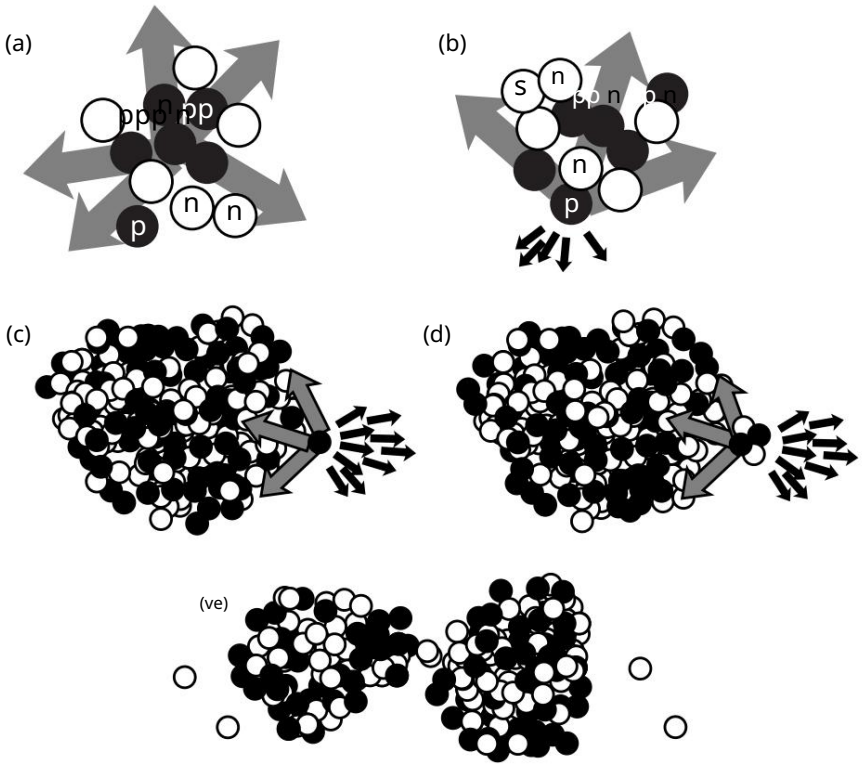
2.5 Güçlü Nükleer Kuvvet, Alfa Bozunumu ve Fisyon

Fizikçiler, çekirdeklerin pozitif yüklü protonlardan ve yüksüz nötronlardan oluştuğunu anladıklarında, ellerinde bir sorun vardı. Protonlar arasındaki elektrik kuvvetlerinin tümü itici dir, bu nedenle çekirdek basitçe ayrılmalıdır! Vücudunuzdaki tüm çekirdeklerin şu anda kendiliğinden patlamamasının nedeni, hareket eden başka bir kuvvetin olmasıdır. Güçlü nükleer kuvvet olarak adlandırılan bu kuvvet her zaman çekicidir ve nötronlar ve nötronlar, nötronlar ve protonlar ile protonlar ve protonlar arasında kabaca eşit kuvvette hareket eder. Güçlü nükleer kuvvetin elektronlar üzerinde herhangi bir etkisi yoktur, bu nedenle kimyasal reaksiyonları etkilemez.



Güçleri basit Coulomb kuvvet yasası tarafından verilen elektrik kuvvetlerinin aksine, güçlü nükleer kuvvetin mesafeye nasıl bağlı olduğuna dair basit bir formül yoktur. Kabaca söylemek gerekirse, ~1 fm'lik aralıklarda etkilidir, ancak daha büyük mesafelerde son derece hızlı bir şekilde düşer (1/r2'den çok daha hızlı). Bir nötron veya protonun yarıçapı yaklaşık 1 fm olduğundan, bu, bir grup nötron ve proton bir çekirdek oluşturmak üzere bir araya getirildiğinde, güçlü nükleer kuvvetin yalnızca komşular arasında etkili olduğu anlamına gelir.

Şekil, güçlü nükleer kuvvetin sıradanlığı korumak için nasıl davrandığını göstermektedir. çekirdekleri bir araya getirir, ancak çok ağır çekirdeklerin parçalanmasını engelleyemez. (a)'da, bir karbon çekirdeğinin ortasındaki bir proton, en yakın komşularının her birinden çekici, güçlü bir nükleer kuvvet (oklar) hissediyor. Güçlerin hepsi farklı yönlerdedir ve birbirini götürme eğilimindedir. Aynısı itici elektrik kuvvetleri için de geçerlidir (gösterilmemiştir). (b) Çekirdeğin kenarındaki bir protonun sadece bir tarafında komşuları vardır ve bu nedenle ona etki eden tüm güçlü nükleer kuvvetler onu geri çekme eğilimindedir. Diğer beş protondan gelen tüm elektrik kuvvetleri (koyu oklar) olmasına rağmen hepsi onu dışarı itiyor



Machine Translated by Google

çekirdek, güçlünükleer kuvvetlerin üstesinden gelmek için yeterli değildir.

Çok ağır bir çekirdekte, (c), kendisini kenara yakın bulan bir protonun, onu güçlünükleer kuvvet yoluyla önemli ölçüde çekecek kadar yakın sadece birkaç komşusu vardır, ancak çekirdekteki diğer her proton, ona itici bir elektrik kuvveti uygular. Çekirdek yeterince büyükse, toplam elektriksel itme, güçlükuvvetin çekiciliğinin üstesinden gelmek için yeterli olabilir ve çekirdek bir proton tükürebilir. Ancak proton emisyonu oldukça nadirdir; ağır çekirdeklerde daha yaygın bir radyoaktif bozunma türü (d)'de gösterilen alfa bozunmasıdır. Kuvvetlerin dengesizliği benzerdir, ancak fırlatılan yığın tek bir protondan ziyade bir alfa parçacığıdır (iki proton ve iki nötron).

Çekirdeğin, fisyon olarak bilinen bir süreç olan (e) kabaca eşit büyüklükte iki parçaya bölünmesi de mümkündür.

Bir çekirdek bu süreçlerden birine girebildiğinde, buna denir. radyoaktiftir ve radyoaktif bozunmaya uğrar. Yeryüzünde doğal olarak oluşan çekirdeklerin bazıları radyoaktiftir. "Radyoaktif" terimi, Becquerel'in radyo dalgalarından değil, bir şeyden yayılan ışınların görüntüsünden gelir ve bu tamamen farklı bir olgudur. "Çürüme" terimi de biraz yanıltıcı olabilir, çünküçekirdeğin toza dönüştüğünüveya basitçe ortadan kaybolduğunu ima eder - aslında aynı toplam nötron ve proton sayısına sahip iki yeni çekirdeğe bölünür, dolayısıyla "radyoaktif" terimi dönüşüm" daha uygun olurdu. Orijinal atomun elektronları, zayıf radyoaktif bozunma sürecinde yalnızca izleyiciler olsa da, genellikle "radyoaktif çekirdekler" yerine "radyoaktif atomlar" hakkında gevşekçe konuşuruz.

Fizikte rastgelelik Bir atom ne

zaman bozunacağına nasıl karar verir? olduğunu hayal edebiliriz Sonunda dağılacağı güne ulaşana kadar zayıflayan ve zayıflayan termit istilasına uğramış bir ev gibi. Ancak deneyler, yüzeyin altına gizlenmiş bu tür "tik tak eden saati" tespit etmeyi başaramadı; kanıt, belirli bir izotopun tüm atomlarının kesinlikle aynı olmasıdır. O halde neden bir uranyum atomu bugün bozunurken diğeri bir milyon yıl daha yaşar? Cevap, tamamen rastgele olduğu gibi görünüyor. Belirli bir izotopun bozunması için gereken ortalama süre veya bir numunedeki atomların yarısının bozunmasının ne kadar süreceği (yarı ömrü) hakkında genel açıklamalar yapabiliriz, ancak belirli bir atomun davranışını asla tahmin edemeyiz. .

Bu, fizik yasalarında kaçınılmaz bir koşuşturmayla karşılaştığımız ilk örnektir. Bu tür bir rastgelelik sizi rahatsız ediyorsa, iyi bir şirkettesiniz. Einstein'ın ünlüsözüşöyledir: "...Onun [Tanrı'nın] zar atmadığına ikna oldum." Einstein'ın rastgelelikten hoşlanmaması ve determinizmi tanrısallıkla ilişkilendirmesi, Aydınlanma'nın evreni devasa bir saat parçası olarak gören anlayışına kadar gider. Başlangıçta yalnızca İnşaatçı tarafından harekete geçirilmesi gereken çalışma.Fizik, fiziğin temel rastgeleliğini dahil etmek için 20. yüzyılda tamamen yeniden inşa edilmek zorundaydı ve bu modern devrim, bu serinin 6. kitabının konusu. yarı ömür kavramının matematiksel gelişimini o zamana kadar geciktirecektir.

Machine Translated by Google

2.6 Zayıf Nükleer Kuvvet; Beta Bozunması

Şimdiye kadar tartıştığımız tüm nükleer süreçler yeniden düzenlemeyi içeriyordu. Toplam nötron sayısında veya toplam proton sayısında herhangi bir değişiklik olmaksızın nötron ve proton sayısı. Şimdi vücudunuzdaki ve dünya gezegenindeki nötron ve proton oranlarını düşünün: nötronlar ve protonlar, vücudunuzun karbon ve oksijen çekirdeklerinde ve ayrıca dünyanın çoğunu oluşturan nikel ve demirde kabaca eşit sayıdadır. Oranlar yaklaşık 50-50'dir. Ancak büyük patlama tarafından önemli miktarlarda üretilen tek kimyasal elementler hidrojen (yaklaşık %90) ve helyumdur (yaklaşık %10). Erken evren, çekirdekleri proton olan hidrojen atomlarından başka bir şey değilse, tüm bu nötronlar nereden geldi?

Cevap, nötronları protonlara dönüştürebilen ve bunun tersini yapabilen başka bir nükleer kuvvet, zayıf nükleer kuvvet olduğudur.
İki olası reaksiyon

$$n \rightarrow p + e^- + \bar{n} \qquad \text{(elektron bozunması)}$$

ve

$$p \rightarrow n + e^+ + \nu . \qquad \text{(pozitron bozunması)}$$

(Ayrıca, bir protonun atomun elektronlarından birini yakaladığı ve bir nötron ve bir nötrino ürettiği elektron yakalama adı verilen üçüncübir tür daha vardır.)

Alfa bozunması ve fisyon, daha önce var olan parçacıkların yalnızca yeniden bölünmesiyken, bu reaksiyonlar, bir parçacığın yok edilmesini ve daha önce var olmayan üç yeni parçacığın yaratılmasını içerir.

Burada daha önce hiç karşılaşmadığınız üç yeni parçacık var. e^+ sembolü, elektrik yükünün negatif değil pozitif olması dışında, her yönden elektron gibi bir parçacık olan bir antielektron anlamına gelir. Antielektronlar ayrıca pozitronlar olarak da bilinir. Elektronların evrende neden bu kadar yaygın olduğunu ve karşı elektronların neden az olduğunu kimse bilmiyor. Bir antielektron bir elektronla karşılaştığında birbirlerini yok ederler ve bu, yeryüzünde doğal radyoaktivite tarafından üretilen tüm antielektronların kaderidir.

ν notasyonu, nötrino adı verilen bir parçacığı temsil eder ve $\bar{\nu}$, bir antinötrino anlamına gelir. Nötrinolar ve antinötrinoların elektrik yükü yoktur (dolayısıyla adı).

Şimdi fiziğin bilinen dört temel kuvvetini sıralayabiliriz:

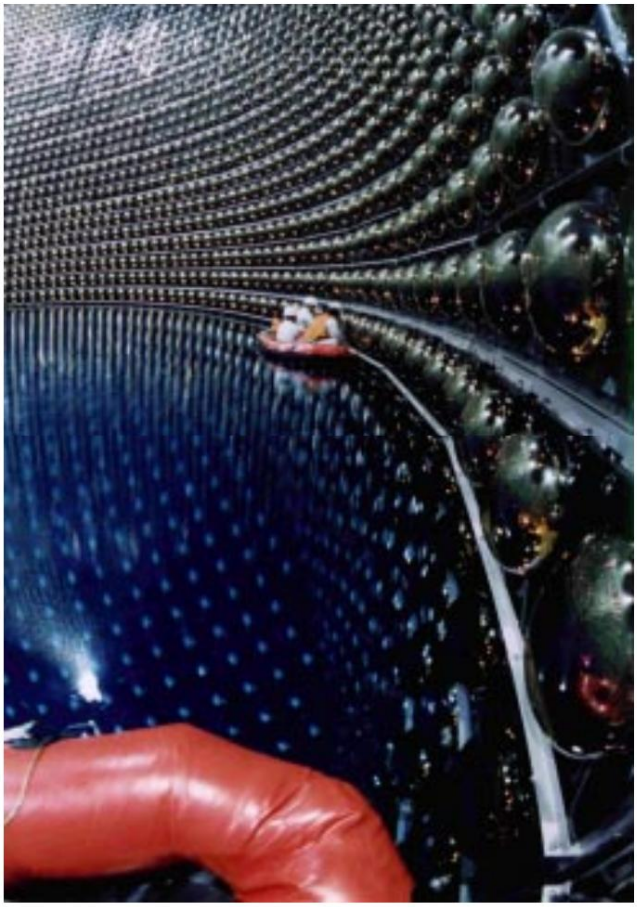
yerçekimi
elektromanyetizma
güçlünükleer kuvvet zayıf nükleer kuvvet

Sürtünme ve normal kuvvet gibi hakkında öğrendiğimiz diğer kuvvetler

Machine Translated by Google

Her mikro saniyede bir milyarı vücudunuzdan geçer, ancak yakın zamana kadar neredeyse hiçbir şey bilinmiyordu. nötrino adı verilen parçacıklar hakkında. Güneşimize güç veren nükleer reaksiyonların bir yan etkisi olarak üretilir ve diğer yıldızlar, bu hayalet benzeri madde parçalarına inanılıyor evrendeki en çok sayıda parçacık olmak. Fakat sıradan maddeyle o kadar zayıf etkileşirler ki, neredeyse dünyaya bir taraftan giren tüm nötrinolar bile olmadan gezegenimizin diğer tarafından ortaya çıkmak yavaşlamak.

Zor neu trino'nun özelliklerine ilk gerçek bakışımız, oynanmış bir oyunda büyük bir dedektörden geldi. Japon çinko madeni. Uluslararası bir fizikçi ekibi, maden kuyusunu duvardan duvara ışık sensörleriyle donattı ve ardından her şeyi çok saf suyla doldurdu. Tipik musluk suyu için sadece birkaç metre ile karşılaştırıldığında, yüz metre boyunca görebilirsiniz. Neutri nos, 50 milyon litre suyu sürekli olarak akar, tıpkı etrafımızdaki her şeyi doldurdukları gibi, ve büyük çoğunluğu asla bir su molekülüile etkileşime girmez. Bununla birlikte, çok küçük bir yüzde, yok eder kendilerini suda ve minik ışık parlamaları üretikleri plaj topu büyüklüğünde tespit edilebilir karartılmış maden şaftını kaplayan vakum tüpleri. Çoğu etrafımızdaki nötrinoların çoğu güneşten geliyor, ama bu tip su bazlı dedektörün teknik nedenleri daha az yaygın ama daha enerjik olana daha duyarlı kozmik ışın parçacıkları çarptığında üretilen nötrinolar dünyanın atmosferi.



Nötrinoların birbirinden ayırt edilebilen üç "tat" içinde olduğu zaten biliniyordu. Madde ile çarpışıklarında oluşan parçacıklar. Bir "elektron aromalı nötrino", yok edildiğinde sıradan bir elektron oluşturuken, diğer iki tür mu ve tau parçacıkları adı verilen daha egzotik parçacıklar yaratın. Üç tür nötrinoyu çikolata, vanilya ve çilek olarak düşünün. Bir çikolatalı buz satın aldığınızda krema külahı, yediğinizde geç çikolata olmaya devam etmesini bekliyorsunuz. Japon deneyinden elde edilen beklenmedik bulgu, bazı nötrinoların kozmik bir ışın tarafından üretildikleri zaman ile göz kırptıkları an arasında değişen lezzet sudaki varlığın dışında. Sanki çikolatalı dondurma külahınız sihirli bir şekilde arkan dönükken çilek.

İşte nasıl çalıştı. Deney bazı algılar Japonya'nın üstündeki atmosferden kaynaklanan nötrinolar, ve ayrıca uzak bölgelerden gelen birçok nötrino Dünya. Atlantik Okyanusu üzerinde oluşturulan bir nötrino Japonya'ya alttan geliyor ve deney bu yukarı doğru hareket eden nötrinoları ayırt edebilir aşağı doğru hareket eden yerel çeşitlilik. buldular ki aşağıdan gelen nötrinoların karışımı farklıydı yukarıdan gelen karışımdan, bir kısmı ile elektron aromalı ve tau aromalı nötrinolar görünüşe göre mu aromalı nötrinolara dönüştü yeryüzündeki yolculukları. gelenler yukarıdakilerin lezzetlerini çok fazla değiştirmek için zamanları yoktu daha kısa yolculuk.

Bu, nötrinoların olduğuna dair kanıt olarak yorumlanır. gibi üç lezzet arasında ileri geri titreşen bir dalga geçerken ileri geri titreyen ip BT. Teorik olarak, böyle bir titreşimin ancak nötrinoların kütlesi varsa meydana gelebileceğine inanılır. sadece bir kütlenin kabaca tahmini bu noktada mümkündür: nötrinoların bir yerde bir kütleye sahip olduğu görülüyor. bir elektronun kütlesinin milyarda biri, ya da yaklaşık 10-39 kg.

Nötrino'nun kütlesi çok küçükse, bunun bir önemi var mı? Kozmologların cevabı kocaman bir evet. Her ne kadar tek bir nötrino kütlesi, çok, o kadar çoklar ki, bir yerçekimi kuvvetleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. evrenin evrimini büyük patlamadan şekillendirdi şimdiki zamana.

Machine Translated by Google

kuvvet, tümüatomlar arasındaki elektromanyetik etkileşimlerden kaynaklanır ve bu nedenle fiziğin temel kuvvetleri olarak kabul edilmez.

Örnek: çürüme 212Pb

Örnek olarak, kurşun 212Pb'nin radyoaktif izotopunu düşünün. 82 proton ve 130 nötron içerir. $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$ süreci ile bozunur. Yeni oluşturulan proton, güçlünükleer kuvvet tarafından çekirdeğin içinde tutulur, dolayısıyla yeni çekirdek 83 proton ve 129 nötron içerir. 83 protona sahip olması onu bizmut elementi yapar, yani 212Bi'lik bir atom olacaktır.

Bunun gibi bir reaksiyonda, elektron yüksek hızda (tipik olarak ışık hızına yakın) uçar ve kaçan elektronlar bu tür radyoaktiviteyi büyük miktarlarda tehlikeli yapan şeylerdir. Giden elektron, 1900'lerin başında bilim adamlarına bu tür radyoaktivitenin varlığına dair bilgi veren ilk şeydi. Giden parçacıkların elektron olduğunu bilmedikleri için onlara beta parçacıkları dediler ve bu tip radyoaktif bozunma bu nedenle beta bozunması olarak biliniyordu. Daha açık fakat daha az yaygın bir terminoloji, iki süreci elektron bozunması ve pozitron bozunması olarak adlandırmaktır.

Antinötrino, hemen hemen tüm maddeleri görmezden gelir, çünküyük eksikliği onu elektrik kuvvetlerine karşı bağışık kılar ve aynı zamanda güçlü nükleer etkileşimlerden uzak durur. Düz uçup uçup gitse bile, hiçbir atomla hiçbir şekilde etkileşime girmeden tüm dünyayı geçmesi neredeyse kesindir. Sonsuza kadar uzayda uçar. Nötrino'nun davranışı onu tespit etmeyi fazlasıyla zorlaştırıyor ve beta bozunması ilk keşfedildiğinde kimse nötrinoların var olduğunu bile fark etmedi. Nötrinonun reaksiyonda üretilen enerjinin bir kısmını taşıdığını artık biliyoruz, ancak o sırada sonraki toplam enerjinin (şüphelenilmeyen nötrino enerjisini hesaba katmadan) reaksiyondan önceki toplam enerjiden daha büyük olduğu ve enerjinin korunumunu ihlal ettiği görülüyordu. . Fizikçiler, dolaylı kanıtlar onları nötrinoların var olduğu sonucuna götürdüğünde, enerjinin korunumunu temel bir fizik yasası olarak pencereden dışarı atmaya hazırlanıyorlardı.

Machine Translated by Google

Tartış ma soruları

A. n p + e– + ν ve p n + e+ + ν reaksiyonlarında, yükün korunduğunu doğrulayın.
Beta bozunmasında, bu reaksiyonlardan biri çekirdek içindeki bir nötron veya protona gerçekleş tiğinde, bir veya daha fazla gama ış ını da yayılabilir.
Bu, yükün korunumunu etkiler mi? Yük korunumunu ihlal etmeden bazı ekstra elektronların serbest bırakılması mümkün müdür?
B. Bir karş ı elektron ve bir elektron birbirini yok ettiğinde iki gama ış ını üretirler.
Bu tepkimede yük korunur mu?

2.7 Füzyon

Gördüğümüz gibi, ağır çekirdekler birbirinden ayrılma eğilimindedir, çünküher proton çekirdekteki diğer her proton tarafından itilir, ancak yalnızca en yakın komş uları tarafından çekilir. Çekirdek iki parça ya bölünür ve bu iki parça birbirinden yaklaş ık 1 fm'den daha uzak olduğunda, güçlünükleer kuvvet artık iki parçanın birbirini çekmesine neden olmaz. Elektriksel itme daha sonra onları hızlandırarak büyük miktarda kinetik enerji kazanmalarına neden olur. Bu kinetik enerji salınımı, nükleer reaktörlere ve fisyon bombalarına güç veren ş eydir.

O halde, en hafif çekirdekler en kararlı gibi görünebilir, ancak durum böyle değil. 4 He gibi son derece hafif bir çekirdeği , biraz daha ağır olan 16O ile karş ılaş tıralım. 4 He'deki bir nötron veya proton diğer üç ütarafından çekilecekken, 16O'da onu çeken beş veya altı komş usu olabilir. 16O çekirdeği bu nedenle daha kararlıdır.

En kararlı çekirdeklerin, yaklaş ık 30 proton ve 30 nötron içeren nikel ve demir etrafındaki çekirdekler olduğu ortaya çıktı. Kararlı olamayacak kadar ağır bir çekirdeğin, en kararlı boyuta daha yakın parçalara ayrılarak enerji salması gibi, hafif çekirdekler, en kararlı boyuta daha yakın olan daha büyük çekirdekler yapmak için onları birbirine yapış tırırsanız enerji salabilir. .
Bir çekirdeğin diğeriyle kaynaş masına nükleer füzyon denir. Nükleer füzyon, güneş imize ve diğer yıldızlara güç veren ş eydir.

GAMMASPHERE adı verilen bu gama ış ını dedektörleri dizisi ş u anda Illinois'deki Argonne Ulusal Laboratuvarı'nda bulunmaktadır. Çalış ma sırasında, dizi kapatılır ve bir parçacık hızlandırıcı tarafından üretilen bir iyon demeti, merkezindeki bir hedefe çarparak nükleer füzyon reaksiyonları üretir. Gama ış ınları, tipik olarak doğada bulunmayan çeş itler olan kaynaş mış çekirdeklerin yapısı hakkında bilgi için incelenebilir. Bilim adamının arkasındaki fıçı ş eklindeki kısım, GAMMASPHERE'den geri teptikten sonra reaksiyonda oluş an çekirdeğin türünü belirlemek için kullanılan bir kütle ayırıcıdır.

Machine Translated by Google

2.8 Nükleer Enerji ve Bağlayıcı Enerjiler

Kimyasal reaksiyonların ekzotermik olarak sınıflandırılabileceği şekilde (enerji açığa çıkarır) veya endotermik (tepkimek için enerji gerektirir), bu nedenle nükleer reaksiyonlar enerjiyi serbest bırakabilir veya tüketebilir. Nükleer reaksiyonlarda yer alan enerjiler çok büyük bir faktörle daha fazladır. Bir nükleer santralde bir kg yakıtla üretilebilecek kadar enerji üretmek için binlerce ton kömürün yakılması gerekecekti.

Bir çekirdeğin diğerine yüksek hızda çarptığı hızlandırıcılarda enerji tüketen nükleer reaksiyonlar (endotermik reaksiyonlar) başlatılabilse de, güneşte bile doğada oluşmazlar. Gerekli kinetik enerji miktarı basitçe mevcut değildir.

Bir nükleer reaksiyonda tüketilen veya salınan enerji miktarını bulmak için, ne kadar potansiyel enerjinin depolandığını veya salındığını bilmeniz gerekir. Deneyciler, her kararlı elementin yanı sıra birçok kararsız elementin çekirdeğinde depolanan potansiyel enerji miktarını belirlediler. Bu, çekirdeği tek tek nötron ve protonlarına ayırmak için gerekli olan mekanik iş miktarıdır ve nükleer bağlanma enerjisi olarak bilinir.

Örnek: a güneşte meydana gelen reaksiyon
Güneş, enerjisini bir dizi nükleer füzyon reaksiyonu yoluyla üretir.
Tepkimelerden biri 1 H + 2 H 3 He + γ

Fazla enerjinin neredeyse tamamı gama ışını tarafından taşınır (helyum-3 atomunun kinetik enerjisi tarafından değil). pJ (pikojoule) birimlerindeki bağlanma enerjileri:

1 H 0 J 2 H
0.35593 pJ He
1.23489 pJ

Toplam başlangıç potansiyel enerjisi 0 pJ+0.35593 pJ'dir ve nihai potansiyel enerji 1.23489 pJ'dir, dolayısıyla enerjinin korunumu ile gama ışını 0.87896 pJ enerji taşımalıdır. Gama ışını daha sonra güneş tarafından emilir ve ısıya dönüştürülür.

Kendi Kendine Kontrol

1 H'nin bağlanma enerjisi neden tam olarak sıfıra eşittir?

Hidrojen-1 çekirdeği basitçe bir protondur. Bağlanma enerjisi, bir çekirdeği parçalamak için gereken enerjidir, ancak bu kadar basit bir çekirdeği parçalayacak hiçbir şey yoktur.

Machine Translated by Google

İsteğe bağlı konu: kütlenin enerjiye ve enerjinin kütleye dönüşümü

n p + e– +ν reaksiyonunda üretilen üç parçacığın kütlelerini toplarsanız , şunu bulursunuz:

nötronun kütlesine eşit değiller, yani kütle korunmamış . Daha da bariz bir örnek, bir elektronun bir pozitron ile yok edilmesi, e– + e+ 2γ, orijinal kütlenin tamamen yok edildiği, çünkü gama ışınlarının kütlesi yoktur. Kütlenin korunumu sadece nükleer reaksiyonların bir özelliği değildir. Ayrıca oluşur kimyasal reaksiyonlarda, ancak kütledeki değişim çok sıradan laboratuvar terazileri ile tespit etmek için küçük.

Kütlenin korunmamasının nedeni, kütle, enerjiye dönüştürülür, Einstein'ın ünlüdenklemi $E=mc^2$, c ışık hızı için. e– + e+ 2γ tepkimesinde , örneğin, basitlik için elektronun ve pozitron çarpışıklarında çok yavaş hareket ederler, bu yüzden başlamak için önemli miktarda enerji yoktur. Kütle ve enerjisiz başlıyoruz enerjiye sahip olan ancak hiçbir enerjiye sahip olmayan iki gama ışını ile kitle. Einstein'ın 2'sibize kütle ve enerji arasındaki dönüşüm faktörünün karesine eşit olduğunu söyler. Işık hızı. Büyük bir sayı olduğu için, miktar Bir kimyasal reaksiyon tarafından tüketilen veya salınan enerjinin miktarı, yalnızca kütlede küçük bir değişiklik olarak ortaya çıkar. Ama içinde Büyük miktarda enerji içeren nükleer reaksiyonlarda, kütledeki değişim, binde bir pay. Bu bağlamda, olmadığını unutmayın. c zorunlu olarak parçacıkların herhangi birinin hızı. Biz sadece sayısal değerini bir dönüşüm faktörüolarak kullanmak. Ayrıca kinetik $E=mc^2$ 2 bir nesne olduğu anlamına gelmez kitle m enerjisinin ; Enerji mc^2 dönüştürdüyseniz, kiralama ile 2, parçacığın enerjidir. $E=mc^2$ kütle tamamen enerjiye dönüşür ve bu enerji parçacık herhangi bir kinetik veya potansiyel enerjiye ek olarak vardı.

Şimdi iki mükemmel iyiden aldatıldık mı? korunum yasaları, kütlenin korunumu yasaları ve enerji? Hayır, sadece Einstein'a göre, korunan miktar bireyseldir 2 kütle $E=mc^2$ ifadesi ile ilgili olarak adlandırılır. yasasının ihlali yok $E=mc^2$ Enerji miktarı ve korunumu

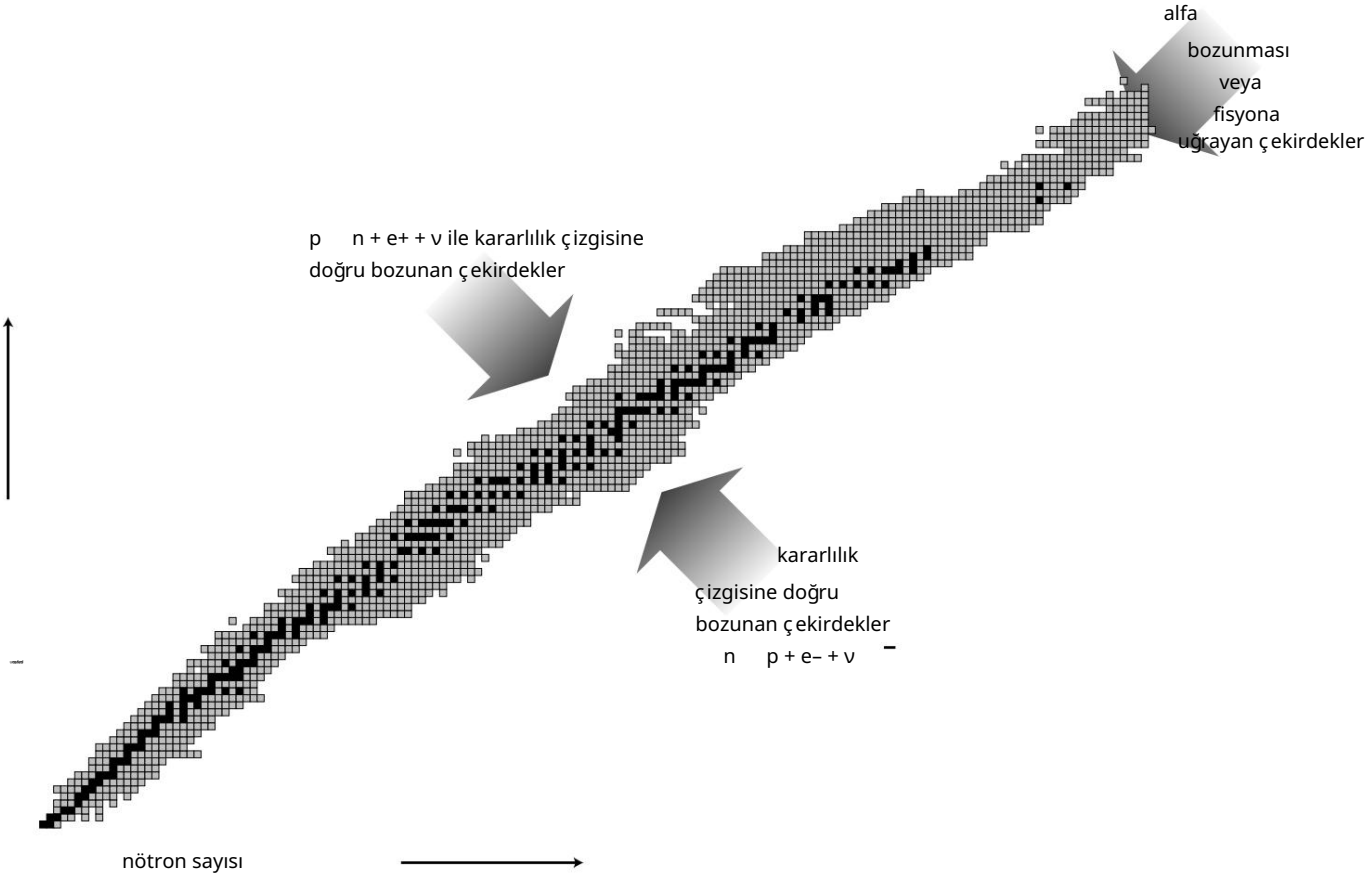
kütle enerjisi henüz gözlenmedi. en pratikte durumlarda, kitleyi tedavi etmek tamamen mantıklıdır ve enerji ayrı ayrı korunan miktarlar olarak

Doğada neden izole edilmiş protonların (hidrojen çekirdeklerinin) bulunduğunu açıklamak artık kolay, ancak nötronlar sadece Kendileri tarafından değil, bir çekirdeğin içinde karşılaşılır.

n p + e– +ν sürecinde kütle nötronun kütlesinden daha küçüktür, $m_{toplam\,final}$ dolayısıyla kütle enerjiye dönüştürülmektedir. Bir protonun beta bozunmasında, p n + e+ + ν, son kütle, ilk kütle, bu nedenle bir miktar enerjinin sağlanması gerekiyor kütleye dönüştürülmesi. Hidrojen atomunda kendi başına oturan bir proton, hiçbir kaynağı olmadığı için bozunamaz. enerji. Sadece çekirdeklerin içinde oturan protonlar bozunabilir, ve ancak o zaman, orijinal çekirdek ile yeni çekirdek arasındaki potansiyel enerji farkı, enerji salınımına neden olur. Ancak herhangi bir izole nötron doğal veya yapay reaksiyonlarda yaratılan enerji birkaç saniye içinde bozularak bir miktar enerji açığa çıkar.

Denklem doğal olarak bir parçası olarak oluşur $E=mc^2$ Einstein'ın özel görelilik teorisi, ne olduğu değil şu anda okuyoruz. Bu kısa tedavi sadece kitlenin nerede olduğu sorununu çözmek için tartıştığımız bazı nükleer reaksiyonlara giriyor.

Machine Translated by Google



Yukarıdaki şekil, çekirdeklerin çok çeşitli olduğunu göstermenin kompakt bir yoludur. Her kutu belirli sayıda nötron ve protonu temsil eder. Kara kutular, kararlı, yani bir başkasına dönüşmek için bir enerji girişi gerektiren çekirdeklerdir. Gri kutular deneysel olarak incelenen tüm kararsız çekirdekleri gösterir. Bunlardan bazıları çürümeden önce ortalama olarak milyarlarca yıl sürer ve doğada bulunur, ancak çoğunun ortalama ömrü çok daha kısadır ve ancak laboratuvarda oluşturulabilir ve incelenebilir.

Kararlı çekirdeklerin bulunduğu eğriye kararlılık çizgisi denir. Bu hat boyunca çekirdekler, nötronların protonlara karşı en kararlı oranına sahiptir. Hafif çekirdekler için en kararlı karışım yaklaşık 50-50'dir, ancak kararlı ağır çekirdeklerin protonlardan iki veya üç kat daha fazla nötrona sahip olduğunu görebiliriz. Bunun nedeni, ağır bir çekirdekteki tüm protonların elektriksel itmelerinin, onu parçalama eğiliminde olan güçlü bir kuvvet oluşturmasıdır. Çok sayıda nötronun varlığı, protonlar arasındaki mesafeleri arttırır ve ayrıca güçlü nükleer kuvvet nedeniyle çekimlerin sayısını arttırır.

Machine Translated by Google

2.9 İyonize Radyasyonun Biyolojik Etkileri

Bir bilim eğitimcisi olarak, Çernobil felaketine adanan muazzam miktardaki gazeteciliğin hiçbir yerinde, insanların maruz kaldığı radyasyon miktarı hakkında herhangi bir sayısal ifade bulamamasını sinir bozucu buluyorum. Aşağıdaki açıklayıcı metin gibi bir şey makalenin bir yerine eklendiği sürece, spor istatistiklerini veya hava raporlarını zihinsel olarak anlayabilen herkes bu tür ölçümleri anlayabilmelidir:

Radyasyona maruz kalma milirem birimiyle ölçülür. Ortalama bir insan, doğal arka plan kaynaklarından her yıl yaklaşık 100 milirem'e maruz kalır.

Bu bağlamda, insanlar, "Finlandiya'daki çocuklar, doğal arka plan seviyelerinin üzerinde ortalama doz milirem aldılar.

Çernobil felaketi."

Bir millirem veya mrem, elbette, bir rem'in binde biridir, fakat rem nedir? Alfalar, betalar, gamalar, nötronlar ve diğer radyasyon türlerinin yol açtığı farklı sağlık tehlikelerini hesaba katmak için iyonlaştırıcı radyasyonla vücutta biriken kilogram başına enerji miktarını bir "kalite faktörü" ile çarparak ölçer. Sadece iyonlaştırıcı radyasyon sayılır, çünküiyonlaştırıcı olmayan radyasyon hücreleri öldürmek veya DNA'yı değiştirmek yerine kişinin vücudunu ısıtır. Örneğin, alfa parçacıkları tipik olarak o kadar hızlı hareket eder ki, kinetik enerjileri binlerce atomu iyonize etmeye yeterlidir, ancak bir alfa parçacığının o kadar yavaş hareket etmesi mümkündür ki, bir atomu bile iyonize etmek için yeterli kinetik enerjiye sahip olmaz.

Incredible Hulk ve Godzilla'nın pop kültürüimajlarına rağmen, çok hücreli bir hayvanın bir bütün olarak "mutasyona uğraması" mümkün değildir. Çoğu durumda, bir iyonlaştırıcı radyasyon parçacığı DNA'ya bile çarpmaz ve çarpsa bile, hayvanın vücudundaki her hücreyi değil, yalnızca tek bir hücrenin DNA'sını etkiler. Tipik olarak, bu hücre basitçe öldürülür, çünküDNA düzgün bir şekilde çalışamaz hale gelir. Ancak arada bir DNA, o hücreyi kanserli yapacak şekilde değiştirilebilir. Örneğin, güneş banyosu yapan birinin vücudundaki tek bir cilt hücresine UV ışığının çarpması cilt kanserine neden olabilir. Bu hücre kanserli hale gelir ve kontrolsüz bir şekilde çoğalmaya başlarsa, yirmi yıl sonra bir tümörle karşılaşacaktır.

Kanser dışında, tek bir hücrenin DNA'sını değiştirmekten kaynaklanabilecek diğer tek dramatik etki, o hücrenin bir sperm veya yumurta olması ve bunun da canlı olmayan veya mutasyona uğramış yavrularla sonuçlanabilmesidir. Erkekler, sperm hücreleri sıklıkla değiştirildiği için radyasyondan kaynaklanan üreme hasarına karşı nispeten bağışıktır. Kadınlar, yaş adıkları sürece aynı yumurta setini korudukları için daha savunmasızdır.

500.000 mrem'lik bir tüm vücut maruziyeti bir kişiyi bir hafta içinde öldürür. Neyse ki, sadece az sayıda insan bu seviyelere maruz kaldı: Manhattan Projesi üzerinde çalışan bir bilim insanı, Nagazaki ve Hiroşima patlamalarının bazı kurbanları ve Çernobil'de 31 işçi. Ölüm, özellikle kemik iliğinin kan üreten hücrelerinde, hücrelerin kitlesel olarak öldürülmesiyle meydana gelir.

Machine Translated by Google

Nagazaki ve Hiroş ima'daki bazı insanlara 100.000 mrem mertebesinde daha düş ük seviyeler uygulandı. Bu düzeyde maruziyetten hiç bir akut semptom çıkmaz, ancak belirli kanser türleri bu insanlar arasında önemli ölçüde daha yaygındır. Baş langıç ta radyasyonun doğum kusurlarıyla sonuç lanan birç ok mutasyona neden olması bekleniyordu, ancak bu tür kalıtsal etkilerden ç ok azı gözlemlendi.

Çok düş ük seviyelerde iyonlaş tırıcı radyasyonun etkilerini tartış mak iç in ç ok zaman harcandı. Örneğin tıbbi bir röntgen, arka planın 100 mrem mertebesinde bir dozla, yani normal arka plan seviyesinin iki katına çıkmasıyla sonuç lanabilir. Ortalama arka plan düzeyini aş an benzer dozlar, yüksek irtifalarda yaş ayan veya evlerinde yüksek konsantrasyonda radon gazı bulunan kiş iler tarafından alınabilir. Ne yazık ki (ya da neyse ki, nasıl baktığınıza bağlı olarak), bu maruziyet düzeylerinden kaynaklanan ek kanser veya doğum kusurları riskleri son derece küç üktür ve bu nedenle ölç ülmesi neredeyse imkansızdır. Birç ok ş üpheli kanserojen kimyasalda olduğu gibi, riskleri tahmin etmenin tek pratik yöntemi, laboratuvar hayvanlarına ç ok daha büyük dozlar vermek ve ardından sağlık riskinin dozla doğru orantılı olduğunu varsaymaktır. Bu varsayımlar altında, bir kiş inin bodrum katındaki diş röntgeni veya radonunun yarattığı ek risk kiş isel düzeyde ihmal edilebilir ve yalnızca nüfus genelinde kanserde hafif bir artış açısından önemlidir. Sosyal politika gereği, aş ırı radyasyona maruz kalma, araba kazaları veya tütün içiciliği ile karş ılaş tırıldığında önemli bir halk sağlığı sorunu değildir.

Tartış ma soruları A. Nötrinolar iç in kalite faktörü ç oğunlukla vücudunuzla etkileş ime girmedikleri iç in ç ok küç ük müolmalı?

B. Bir alfa kaynağının, kaynağın vücut dış ında olup olmadığına veya kontamine gıdalarla yutulmasına bağlı olarak farklı kanser türlerine neden olması muhtemel midir? Peki ya bir gama kaynağı?

Machine Translated by Google

2.10* Elementlerin Yaratılışı

Big Bang'de hidrojen ve helyum oluşumu

Bu serinin 3. kitabında Big Bang'in kanıtlarını tartıştık. evrenin kökeni teorisi. Yaptığımız tüm kimyasal elementler Big Bang'de mi oluştu? Cevap kesinlikle hayır, çünküBig Bang'den sonraki ilk mikrosaniyelerdeki sıcaklıklar o kadar yüksekti ki atomlar ve çekirdekler hiçbir şekilde bir arada tutulamadı. Her şey çekirdeklerin ve atomların var olması için yeterince soğuduktan sonra bile, teorisyenler yaratılan tek elementin hidrojen ve helyum olduğundan eminler.

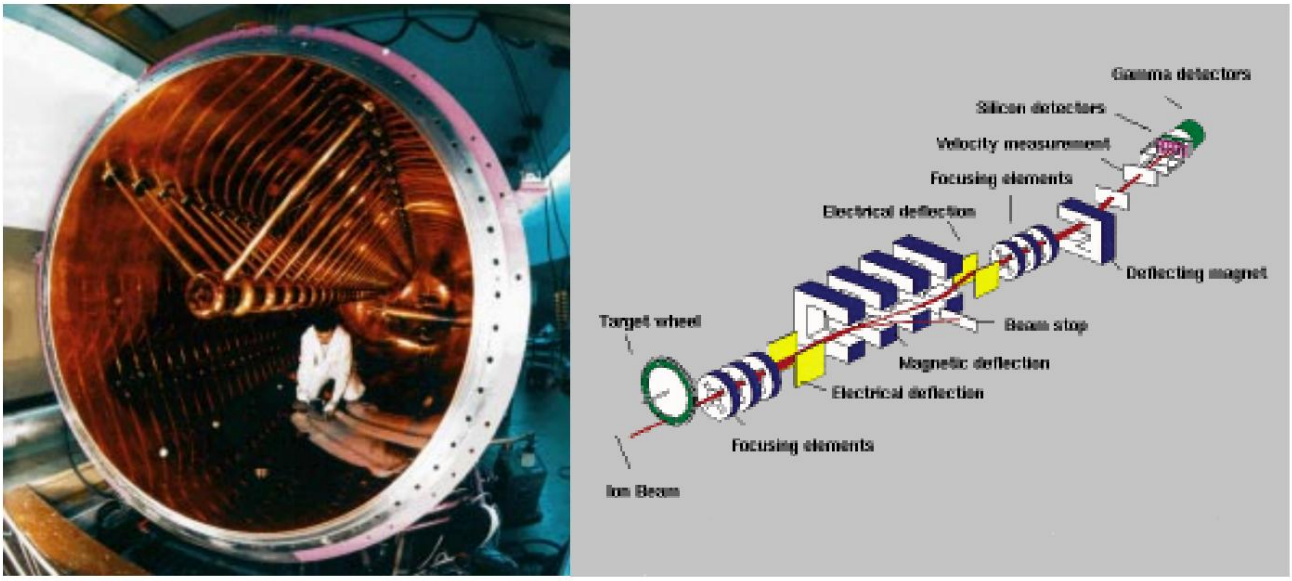
Biz yıldız tozuyuz

Bu durumda diğer tüm elementler nereden geldi? Gökbilimciler cevabı buldu. Çeşitli yıldızların yaydığı tayf adı verilen ışığın dalga boylarının kombinasyonlarını inceleyerek, bunların ne tür atomlar içerdiğini belirleyebilmişlerdi. (6. kitapta tayflar hakkında daha çok şey söyleyeceğiz.) Yıldızların iki gruba ayrıldığını buldular. Bir tip yaklaşık %100 hidrojen ve helyum iken, diğeri %99 hidrojen ve helyum ve %1 diğer elementleri içeriyordu. Bunları iki nesil yıldız olarak yorumladılar. İlk nesil, büyük patlamadan taze olarak gelen gaz bulutlarından oluşmuştu ve onların bileşimi, erken evreninkileri yansıtıyordu. Parlamalarını sağlayan nükleer füzyon reaksiyonları, daha ağır elementler oluşturmadan, esas olarak helyumun hidrojene göre oranını artırdı.

Ancak bugün gördüğümüz ilk neslin üyeleri, yalnızca uzun süre yaşamış olanlardır. Küçük yıldızlar, kısa ömürlübüyük yıldızlara göre yakıt konusunda daha cimridir. Birinci neslin büyük yıldızları hayatlarını çoktan bitirdi. Ömrünün sonuna doğru, bir yıldız hidrojen yakıtını tüketir ve daha ağır ve daha ağır elementleri kaynaştırırken bir dizi şiddetli ve muhteşem yeniden yapılanmaya maruz kalır. Çok büyük yıldızlar bu olaylar dizisini, malzemelerinin bir kısmının boşluğa fırlatıldığı, geri kalanının ise bir kara delik veya nötron yıldızı gibi egzotik bir nesneye çöktüğüsüpernova patlamaları geçirerek tamamlar.

Kendi güneşimizin bir örneği olduğu ikinci nesil yıldızlar, süpernova patlamaları nedeniyle ağır elementlerle zenginleşen gaz bulutlarından yoğunlaştı. Gezegenimizi ve bedenlerimizi oluşturan bu ağır elementlerdir.

Machine Translated by Google



Sol üst: Almanya'daki UNILAC hızlandırıcısının inşaatı, kullanımlarından biri çok ağır yapay elementler oluşturmak için deneyler yapmaktır.

Sağ üst: SHIP adı verilen bu heybetli görünüşlü aygıt, aslında Thomson tarafından bilinmeyen parçacıklardan oluşan bir ışın demetinin hızını ve kütle-yük oranlarını belirlemek için kullanılan aygıtın yüceltilmiş bir versiyonundan başka bir şey değildir. UNILAC tarafından üretilen bir iyon demetinden gelen çekirdekler bir metal folyo hedefine çarpar ve sonuçta ortaya çıkan füzyon reaksiyonunda üretilen çekirdekler, hızlandırıcının "aşağı akış" ucuna bağlı olan gemiye geri tepir. Tipik bir deney birkaç ay sürer ve bu süre içinde indüklenen milyarlarca füzyon reaksiyonundan sadece bir veya iki tanesi süper ağır atomların üretilmesiyle sonuçlanabilir. Geri kalan her şeyde, kaynaşmış çekirdek hemen parçalanır. SHIP, az sayıdaki "iyi" tepkileri belirlemek ve onları bu yoğun arka plandan ayırmak için kullanılır.

Ağır elementlerin yapay sentezi

Atom numarası 92 olan uranyuma kadar olan elementler bu astronomik süreçlerle yaratıldı. Bunun ötesinde, protonların artan elektriksel itişi, daha kısa ve daha kısa yarı ömürlere yol açar. Bir milyar yıl önce bir süpernova, Berkelium gibi 97 numaralı bir elementi bir miktar yaratmış olsa bile, bugün Dünya'nın kabuğunda hiçbir şey kalmayacaktı. En ağır elementler, hızlandırıcılardaki yapay füzyon reaksiyonları ile yaratılmıştır. Yayınlanmış bir bilimsel makalede bildirilen en ağır element 112'dir, ancak 1999 itibariyle Berkeley ve Dubna'daki bilim adamları da 114 ve 118'in yaratıldığını duyurdular.

Yeni bir elementin, yani yeni sayıda protona sahip bir atomun yaratılması, tarihsel olarak göz alıcı bir başarı olarak görülse de, nükleer fizikçi için şimdiye kadar gözlemlenmemiş sayıda nötrona sahip bir atomun yaratılması eşit derecede önemlidir. Şimdiye kadar ulaşılan en büyük nötron sayısı 179'dur. Bu türaraştırmaların cesaret verici hedeflerinden biri, bölüm 2.8'de gösterilen çekirdek çizelgesinin daha önce keşfedilmiş ucunun ötesinde bir kararlılık adası olabileceğine dair teorik tahmindir. Tıpkı belirli sayıda elektronun soy gazların (helyum, neon, argon, ...) kimyasal kararlılığına yol açması gibi, belirli sayıda nötron ve proton da özellikle kararlı bir yörünge paketine yol açar. 1960'lı yıllara dayanan hesaplamalar, yaklaşık 114 proton ve 184 nötrona sahip nispeten kararlı çekirdeklerin olabileceğini ima etti. Proton numarası 114 elde edildi ve gerçekten de 30 saniyelik inanılmaz uzun bir yarı ömür gösteriyor. Bu çok uzun görünmeyebilir, ancak mikrosaniye aralığındaki ömürler daha önce keşfedilen süper ağır elementler için daha tipiktir. Hatta bazı süper ağır elementlerin, örneğin tartılıp kimyasal reaksiyonlarda kullanılabilecek miktarlarda üretilebilecek kadar kararlı olacağına dair spekülasyonlar bile var.

Machine Translated by Google

Özet

Seçilmiş Kelime

alfa parçacığı ..... helyum çekirdeği beta parçacığından oluş an bir
radyoaktivite biçimi ....elektron gama ış ını içeren bir radyoaktivite
biçimi .... çok yüksek frekanslı bir ış ık protonundan oluş an bir radyoaktivite biçimi ....
pozitif yüklübir parçacık, çekirdeğin nötrondan meydana geldiği türlerden biri ....yüksüz bir parçacık,
çekirdeklerin izotoptan yapıldığı diğer türler .... belirli bir elementin olası atom çeş itlerinden biri,

belirli sayıda nötron

atom numarası ..... bir atomun çekirdeğindeki proton sayısı; hangi öğeyi belirler
bu

atom kütlesi ..... bir atomun kütlesi kütle

numarası .... bir çekirdekteki proton sayısı artı nötron sayısı;

yaklaş ık olarak atom kütlesiyle orantılıdır

güçlünükleer kuvvet ..... elektriksel itmeye karş ı çekirdekleri bir arada tutan kuvvet zayıf nükleer
kuvvet ..... beta bozunmasından sorumlu kuvvet beta bozunumu..... bir çekirdeğin n

p reaksiyonu yoluyla radyoaktif bozunması + e– + ν veya

p n + e+ + ν; bir elektron veya antielektron aynı zamanda bir beta
parçacığı alfa bozunması olarak da bilindiğinden bu ad verilir. bir alfa
parçacık fisyonunun emisyonu yoluyla çekirdek ..... bir iki parçaya bölünerek çekirdek
füzyon ..... iki çekirdekler birleş erek bir tane oluş turur

daha büyük

çekirdek millirem ..... bir kiş inin radyoaktiviteye maruz kalmasını ölçmek için bir birim

gösterim

e– ..... bir elektron

e+ . ..... bir antielektron; tıpkı bir elektron gibi, ancak pozitif yüklü
n..... bir nötron

p..... protondan
n ..... nötrinoya

ñ ..... bir antinötrino

Kullanılan Notasyon Diğer kitaplar

Z ..... atom numarası (sayı çekirdekteki protonlar)
N ..... bir hücredeki nötron sayısı çekirdek
A ..... kütle numarası (N +Z)

Özet

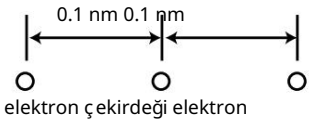
Rutherford ve Marsden, ince bir altın folyoya çarpan bir ış ından gelen bazı alfa parçacıklarının 180 dereceye kadar açılarla geri döndüğünügözlemledi. Bu, atomun o zamanlar tercih edilen kuru üzümlükurabiye modelinde açıklanamadı ve elektronların küçük, pozitif yüklübir çekirdeğin yörüngesinde döndüğügezegensel atom modelinin benimsenmesine yol açtı. Daha sonraki deneyler, çekirdeğin kendisinin pozitif yüklüprotonlar ve yüksüz nötronlardan oluş an bir küme olduğunu gösterdi.

Radyoaktif çekirdekler, enerji açığa çıkarabilen çekirdeklerdir. En yaygın radyoaktivite türleri, alfa bozunması (bir helyum çekirdeğinin emisyonu), beta bozunması (bir nötronun bir protona dönüş ümüveya bunun tersi) ve gama bozunması (bir tür çok yüksek frekanslı ış ığın emisyonu)). Yıldızlar, iki hafif çekirdeğin çarpış tığı ve enerjinin serbest bırakılmasıyla daha büyük bir çekirdek oluş turduğu nükleer füzyon reaksiyonlarından güç alır.

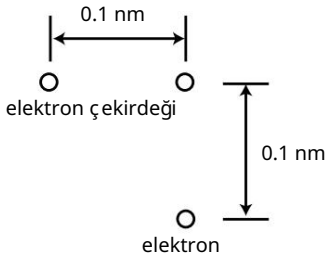
İyonlaş tırıcı radyasyona insan maruziyeti milirem birimiyle ölçülür. Tipik insan maruz kalır
yılda yaklaş ık 100 mrem değerinde doğal arka plan radyasyonu.

Machine Translated by Google

Ödev Sorunları



Sorun 1.



Sorun 2.

1 . Bir helyum atomu bu düzenlemede bir an için kendini bulur. Sağ elektrona etki eden kuvvetin yönünüve büyüklüğünübulunuz. Çekirdekteki iki proton birbirine o kadar yakındır (~1 fm), onları birbirinin tam üstünde olarak düşünebilirsiniz. 2 . Problem 1'deki helyum atomu bazı yeni deneyimlere sahiptir, bazı yaşam değişimlerinden geçer ve daha sonra kendisini burada gösterilen konfigürasyonda bulur. Alt elektrona etki eden kuvvetin yönüve büyüklüğünedir? (Yön veren açı için kullandığınız tanımı netleştirmek için bir eskiz çizin.)

3. Ellerinizi önünüzde 10 cm arayla tuttuğunuzu varsayalım. (a) Her bir eldeki toplam elektron sayısını tahmin edin.

(b) Bir eldeki tüm elektronların diğer eldeki tüm elektronlar üzerindeki toplam itme kuvvetini tahmin edin.

(c) Neden ellerinizin birbirini ittiğini hissetmiyorsunuz? (d) Elleriniz arasında gözle görülür bir kuvvet yaratmadan bir protonun yükünün bir elektronun yükünden büyüklük olarak ne kadar farklı olabileceğini tahmin edin.

4 . Bir kurşun çekirdeğindeki bir protonun çekirdeğin yüzeyine çıktığını ve yakındaki nötronlardan ve onu geri çeken protonlardan yaklaşık 8 kN'luk güçlü bir nükleer kuvvet deneyimlediğini varsayalım. Bunu sayısal olarak diğer protonlardan gelen itici elektrik kuvvetiyle karşılaştırın. ve net kuvvetin çekici olduğunu doğrulayın. Bir kurşun çekirdeği neredeyse küreseldir ve yarıçapı yaklaşık 6,5 fm'dir.

5 . Müon adı verilen atom altı parçacıklar, bir müonun kütlesinin 206.77 faktörüdaha büyük olması dışında, tam olarak elektronlar gibi davranırlar. Müonlar, kozmik ışınlar olarak bilinen uzaydan gelen parçacık akışının bir parçası olarak Dünya'yı sürekli bombalıyor. Bir müon bir atoma çarptığında elektronlarından birinin yerini alabilir. Eğer atom bir hidrojen atomu olursa, o zaman müon, protona fırlatılan elektronun yörüngesinden ortalama 206.77 kat daha yakın olan bir yörüngeyi alır. Müon tarafından deneyimlenen elektrik kuvveti, daha önce elektron tarafından hissedilenden kaç kat daha fazladır?

6 S. Elektron yakalama yoluyla beta bozunmasının nükleer süreci bölüm 2.6'da parantez içinde açıklanmıştır. Reaksiyon p+e– n+ν'dur. (a) Bu tepkimede yükün korunduğunu gösteriniz. (b) Enerji ve kütle arasındaki dönüşüm, bölüm 2.8'deki isteğe bağlı bir konuda tartışılmaktadır. Bu fikirlere dayanarak, hidrojen atomlarında elektron yakalamanın neden gerçekleşmediğini açıklayın. (Öyle olsaydı, madde olmazdı!)

SA çözümükitabın arkasında verilmiştir. « Zor bir sorun. Bilgisayarlı cevap kontrolümevcuttur. Hesap gerektiren bir problem.

Machine Translated by Google

3 Devre, Bölüm 1

Hanımefendi, bebek ne işe yarar?
Michael Faraday, Kraliçe Victoria tarafından
laboratuvarındaki elektrikli cihazların ne işe yaradığını sorduğunda

Birkaç yıl önce, karım ve ben, Karakter, Charac ile bir ev satın aldık.
evlerin, insanları, başlangıçta tasavvur ettiklerinden çok daha büyük ipotek
ödemelerini kabul etmeye ikna etmek için evrimleştiği bir hayatta kalma
mekanizmasıdır. Her neyse, evimize Karakter kazandıran özelliklerden biri, aile
odasının duvarına yerleştirilmiş bir dizi üç pachinko makinesine sahip olmasıdır.
Bunlar, dikey langırt makinelerine benzeyen Japon kumar cihazlarıdır. (Satıcılardan
aldığımız yasal belgeler, bize "sadece eğlence amaçlı" olduklarını söylemek için acele
etti.) Ne yazık ki, biz taşındığımızda üç makineden sadece biri çalışıyordu ve kısa
sürede bizim için öldü Pachinko bağımlısı olduktan sonra düzeltmeye karar verdim,
ama bunu söylemek yapmaktan daha kolaydı. İç kısım, manivelalar, kancalar, yaylar
ve kanallardan oluşan gerçek bir Rube Goldberg mekanizmasıdır. Doktora derecemle
birleşen hormonal gururum. fizikte, başarımdan emin olmamı sağladı ve nihai
başarısızlığımı daha da moral bozucu hale getirdi.

Yenilgimi düşünürken, ne kadar az karmaşık mekanik olduğunu fark ettim.

Machine Translated by Google

her gün kullandığım cihazlar. Arabalarımız ve saksafonum dışında, modern yaşam destek sistemimizdeki her teknolojik alet mekanik olmaktan çok elektronikti.

3.1 Akım

Bir bıçak balığı olan Gymnotus carapo, çevresini algılamak ve başkalarıyla iletişim kurmak için elektrik sinyallerini kullanır. onun türünden.

Her türlüelektriğin birliği

Etrafımız bize "elektriksel" olduğu söylenen şeylerle çevrilidir, ancak bu birlikte gruplanmayı haklı çıkarmak için ortak noktalarının ne olduğu açık olmaktan uzaktır. Çorapların birbirine yapışması ile pilin bir ampulü yakma şekli arasında nasıl bir ilişki var? Bize hem elektrikli yılanbalığı hem de kendi beynimizin bir şekilde elektriksel olduğu söylendi, ama ortak noktaları ne?

İngiliz fizikçi Michael Faraday (1791-1867) bu sorunu çözmek için yola çıktı. Elektrikli yılan balıkları da dahil olmak üzere çeşitli kaynaklardan gelen elektriği araştırdı! — şoklar ve kıvılcımlar, çekim ve itme gibi hepsinin aynı etkileri üretip üretemeyeceklerini görmek için. "Isıtma", örneğin, bir ampul filamanının parlayacak ve ışık yayacak kadar ısınmasını ifade eder. Manyetik indüksiyon, elektrik ve manyetizmayı birbirine bağlayan Faraday tarafından keşfedilen bir etkidir. Elektrik jeneratörünün temeli olan bu etkiyi kitabın ilerleyen kısımlarına kadar ayrıntılı olarak incelemeyeceğiz.

elektrik kaynağı	şoklar	kıvılcımlar	çekicilik ve itme	ısıtma
sürtünme				
pil				
hayvan			( )	
manyetik olarak indüklenen				

Tablo, Faraday'ın bazı sonuçlarının bir özetini göstermektedir. Kontrol işaretleri, Faraday veya onun yakın çağdaşlarının, belirli bir elektrik kaynağının belirli bir etki üretebileceğini doğrulayabildiğini gösteriyor. (Modern işçiler bu türleri ayrıntılı olarak incelemiş ve tüm elektriksel özelliklerini diğer elektrik biçimleriyle aynı temelde anlayabilmiş olsalar da, elektrikli yılan balıkları tarafından yüklenen nesneler arasında çekim ve itme göstermede açıkça başarısız oldular.)

Faraday'ın sonuçları, çeşitli kaynaklar tarafından sağlanan elektrik türleri hakkında temelde farklı hiçbir şey olmadığını göstermektedir. Hepsi çok çeşitli özdeş efektler üretebilir. Faraday, "Bu gerçekler koleksiyonundan çıkarılması gereken genel sonuç, kaynağı ne olursa olsun, elektriğin doğası gereği özdeş olduğudur" diye yazdı.

Elektriğin türleri aynıysa, bu nedir? bu

Machine Translated by Google

cevap, tüm elektrik kaynaklarının nesnelerin birbirini itmesine veya çekmesine neden olabileceği gerçeğiyle sağlanır. Bir nesnenin bu tür elektrik kuvvetlerine katılmasına izin veren özelliğini tanımlamak için "yük" kelimesini kullanıyoruz ve yükün maddede çekirdek ve elektron şeklinde bulunduğunu öğrendik. Açıktır ki, tüm bu elektriksel olaylar, maddedeki yüklüparçacıkların hareketine kadar kaynamaktadır.

Elektrik akımı

Temel fenomen yüklüparçacıkların hareketiyse, bunun yararlı bir sayısal ölçümününasıl tanımlayabiliriz? Bir nehrin akışını basitçe suyun hızıyla tanımlayabiliriz, ancak hız elektriksel amaçlar için uygun olmayacaktır çünkühareket eden parçacıkların ne kadar yüke sahip olduklarını hesaba katmamız gerekir ve her durumda satılan hiçbir pratik cihaz yoktur. Radio Shack'te bize yüklüparçacıkların hızını söyleyebilir. Deneyler, çeşitli elektriksel etkilerin yoğunluğunun farklı bir miktarla ilişkili olduğunu göstermektedir: saniyede belirli bir noktadan geçen coulomb yük sayısı. Suyun akışına benzetilerek, bu miktar elektrik akımı olarak adlandırılır, I. Bunun coulomb/saniye birimi daha uygun olarak amper, 1 A=1 C/s olarak kısaltılır. (Resmi olmayan konuşmada genellikle "amper" denir.)

Bu tanımda yer alan ana incelik, aşağıdakilerin nasıl açıklanacağıdır. iki tür ücret. Bir hortumdan gelen su akışı, yüklüparçacıklar içeren atomlardan oluşur, ancak elektrik akımlarıyla ilişkilendirdiğimiz etkilerin hiçbirini üretmez. Örneğin, bir hortumla püskürtüldüğünüzde elektrik çarpması almazsınız. Bu tür deney, bir tür yüklüparçacığın hareketinin yarattığı etkinin, karşıt türdeki yükün aynı yönde hareketiyle ortadan kaldırılabileceğini gösterir. Suda, +8e yüklüher oksijen atomu -e yüklüsekiz elektronla çevrilidir ve aynı şekilde hidrojen atomları için de geçerlidir.

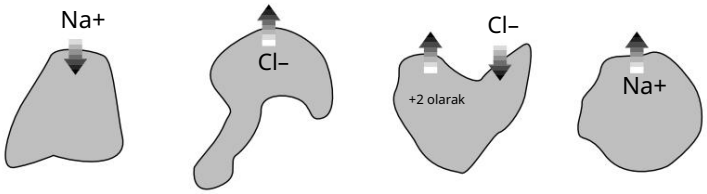
Bu nedenle akım tanımımızı aşağıdaki gibi hassaslaştırıyoruz:

elektrik akımının tanımı A ve B uzayının bölgeleri arasında yüklüparçacıklar değiştokuş edildiğinde, A'dan B'ye akan elektrik akımı $I = q / t$ olarak tanımlanır, burada q, B bölgesinin toplam yükündeki değişikliktir.

Bahçe hortumu örneğinde, vücudunuz eşit miktarda pozitif ve negatif yük alır ve toplam yükünüzde hiçbir değişiklik olmaz, dolayısıyla size akan elektrik akımı sıfırdır.

Matematiksel olarak, bu, hız değişim hızı, $a = v/t$ veya açısal momentum değişim hızı, $\tau = L/t$ gibi örneklere çok benzeyen bir değişim oranını içeren bir tanımdır . Bu nedenle, bu durumlarda öğrendiğiniz zor dersleri geri dönüştürebilirsiniz: bu tanım yalnızca değişim hızı sabit olduğunda anlamlı olacaktır ve değişim hızı sabit olmadığında tanımı, eğimin eğimine atıfta bulunacak şekilde değiştirmeliyiz. q ve t'nin grafiğindeki teğet çizgi .

Machine Translated by Google



Örnek: İyonlar hareket ediyor a hücre zarı

Soru: Rakamlar, yükleriyle etiketlenmiş iyonları göstermektedir, üç hücrenin zarlarından içeri veya dışarı hareket eder. iyonlar ise hepsi aynı zaman aralığında zarları geçerler, nasıl hücrelere giren akımlar birbirleriyle karşılaştırılır mı?

Çözüm:

A hücresine pozitif akım giriyor çünküyükü arttı, yani pozitif bir değere sahip B hücresi A q ·

hücresiyle aynı akıma sahiptir, çünkübirini kaybederek negatif yük birimi aynı zamanda kendi toplamını da arttırır. bir birim tarafından şarj edin.

C hücresinin toplam şarjı üç birim azalır, yani içine giren büyük negatif akım.

D hücresi bir birim yük kaybeder, bu nedenle küçük bir negatifi vardır. içine akım.

Negatif yüklübir parçacığın yol, diğer yöne giden bir akım yaratır, ancak bu oldukça sıradandır. biz olarak akımların elektronların hareketi yoluyla metal tellerden aktığını göreceksiniz, negatif yüklüdür, bu nedenle elektronların hareket yönü bir devre her zaman akımın yönünün tersidir. tabii ki Benjamin Franklin olumluyu tanımlamış olsaydı uygun olurdu ve negatif yük işaretleri tam tersi, çünküpek çok elektrik cihazlar metal tellere dayanmaktadır.

Örnek: İçinden geçen elektron sayısı a ampul

Soru: Bir ampulün içinden 1.0 A akıyorsa, kaç tane ampul vardır? elektronlar filamandan 1.0 s içinde geçecek mi?

Çözüm: Sadece elektron sayısını hesaplıyoruz.

Akış, böylece olumlu ve olumsuz işaretleri görmezden gelebiliriz. Çözme akımın tanımı, / bir ücret verir q t, için $q = I_{ben}\, t$

Bu zaman aralığında 1,0 C akar. Elektron sayısı

$$\text{elektron sayısı} = \text{kolomb} \times \frac{\text{elektronlar}}{\text{coulomb}}$$

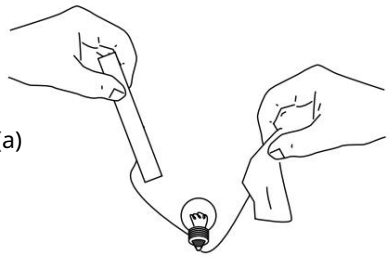
$$= \text{kolomblar} / \left(\frac{\text{coulomb'lar}}{\text{elektron}}\right)$$

= 1.0 C / = ve 6.2x1018

Machine Translated by Google

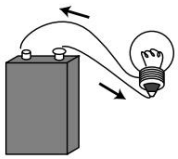
3.2 Devreler

(a)



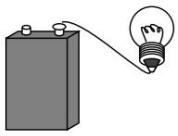
Elektrik akımlarını nasıl çalıştırabiliriz? Şimdiye kadar incelediğimiz elektrik yükünükontrol etmenin tek yöntemi, örneğin kauçuk ve kürk gibi farklı maddeleri birbirine sürterek şarj etmektir. Şekil (a), bir ampulü yakmak için bu tekniği kullanma girişimini göstermektedir. Bu yöntem yetersizdir. Doğru, elektronlar metal tellerden geçebildiğinden, akım ampulden akacaktır ve kauçuk çubuk üzerindeki fazla elektronlar, pozitif yüklükürkün çekiciliği ve diğer elektronların itilmesi nedeniyle tellerden ve ampulden gelecektir. . Sorun şu ki, saniyenin milyarda biri kadar bir akımdan sonra, çubuk ve kürkün her ikisinin de şarjı bitecek. Artık akım akmayacak ve ampul sönecektir.

(b)



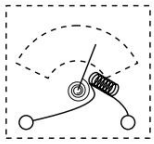
Şekil (b) çalışan bir kurulumu göstermektedir. Pil, şarjı iter devreyi ve onu tekrar tekrar geri dönüştürür. (Bu bölümde pillerin nasıl çalıştığı hakkında daha fazla şey söyleyeceğiz.) Buna tam devre denir. Bugün, çoğu insan için akla gelen tek şey "devre" kelimesinin elektriksel kullanımıdır, ancak asıl anlamı, bir devre mahkemesi yargıcının taşralarda dolaşıp dağıtım yapması gibi, etrafta dolaşmak ve bir gidiş-dönüş yapmaktı. Her şehirde belirli bir tarihte adalet.

(c)



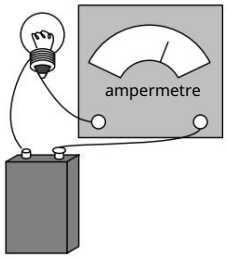
(c) gibi bir örneğin çalışmadığına dikkat edin. Tel çabucak net bir yük almaya başlayacaktır, çünküiçine akan yükten kurtulmanın bir yolu yoktur. Bu yükün itilmesi, daha fazla şarj gönderilmesini giderek daha zor hale getirecek ve yakında pilin uyguladığı elektrik kuvvetleri tamamen ortadan kalkacaktır. Tüm süreç o kadar çabuk bitecekti ki, filamentin ısınması ve parlaması için yeterli zamanı bile olmayacaktı. Bu açık devre olarak bilinir . Şekil (b)'deki devrenin tamamı bir makasla bir yerde kesilseydi, tamamen aynı şey olurdu ve aslında sıradan bir ışık anahtarı böyle çalışır: devrede bir boşluk açarak.

(d)



Geliştirdiğimiz elektrik akımının tanımı büyük erdeme sahiptir. ölçmek kolay olmasıdır. Pratik elektrik işlerinde, neredeyse her zaman akım ölçülür, şarj olmaz. Akımı ölçmek için kullanılan alete ampermetre denir. Basitleştirilmiş bir ampermetre, (d), gücübir yayın direncine karşı bir demir iğneyi bükensarmal bir tel mıknatıstan oluşur. Akım ne kadar büyük olursa, kuvvet o kadar büyük olur. Ampermetrelerin yapıları farklılık gösterse de kullanımları her zaman aynıdır. Elektrik akımının yoluna giriyoruz ve sayacı yoldaki bir gişe gibi koyuyoruz, (e). Hala tam bir devre var ve pil ve ampul söz konusu olduğunda, ampermetre sadece başka bir tel parçası.

(ve)



Ampermetreyi devrenin neresine yerleştirdiğimiz önemli mi? Örneğin, devrenin sağ yerine sol tarafına koyabilir miydik? Yükün korunumu bize bunun hiçbir fark yaratmayacağını söyler. Şarj ampul tarafından yok edilmez veya “tüketilmez”, bu nedenle her iki tarafında da aynı akım okumasını alacağız. "Tükenen", pilde depolanan ve ısı ve ışık enerjisine dönüştürülen enerjidir.

Machine Translated by Google

3.3 Gerilim

Volt birimi Elektrik

devreleri, sinyal göndermek, bilgi depolamak veya hesaplamalar yapmak için kullanılabilir, ancak en yaygın amaçları, önceki bölümdeki pil ve ampul örneğinde olduğu gibi, geç enerjiyi manipüle etmektir. Ampullerin watt birimleriyle derecelendirildiğini biliyoruz, yani saniyede kaç joule enerjiyi ısıya ve ışığa dönüştürebilirler, ancak bu, amper cinsinden ölçülen yük akışıyla nasıl ilişkilidir? Bir benzetme yapmak gerekirse, diyelim ki fizik dersi almayan arkadaşınız saman balyaları atmaktan daha iyi bir iş bulamıyor. Saatte yaktığı kalori miktarı kesinlikle dakikada kaç balya attığına bağlı olacaktır, ancak aynı zamanda her balyada ne kadar mekanik iş yapması gerektiğiyle orantılı olacaktır. İşi onları samanlığa atmaksa, bir yükleme alanından kamyonlara balya atan birinden çok daha çabuk yorulur. Metrik birimlerde,

$$\frac{\text{joule}}{\text{saniye}} = \frac{\text{ikinci}}{\text{saman balyası}} \times \frac{\text{joule}}{\text{saman balyası}} .$$

Benzer şekilde, bir pilin enerji dönüşüm hızı, sadece saniyede kaç coulomb'luk bir devreyi ittiğine değil, aynı zamanda her bir şarj için ne kadar mekanik iş yapması gerektiğine de bağlı olacaktır:

$$\frac{\text{joule}}{\text{saniye}} = \frac{\text{coulomb}}{\text{saniye}} \times \frac{\text{jul}}{\text{coulomb}}$$

veya

$$\text{güç} = \text{akım} \times \text{birim ücret başına iş} .$$

Coulomb başına joule birimi volt olarak kısaltılır, 1 V=1 J/C, adını İtalyan fizikçi Kont Volta'dan almıştır. Pillerin volt birimleriyle derecelendirildiğini herkes bilir, ancak voltaj kavramı bundan daha geneldir; gerilimin uzaydaki her noktanın bir özelliği olduğu ortaya çıktı. Daha fazla fikir edinmek için pil ve ampul devresinde neler olup bittiği hakkında daha dikkatli düşünelim.

Genel olarak voltaj kavramı Yüklübir parçacık

üzerinde çalışmak için, pilin görünüşe göre ona kuvvet uyguluyor olması gerekir. Bunu nasıl yapar? Yüklübir parçacığa elektriksel kuvvet uygulayabilen tek şey, başka bir yüklüparçacıktır. Sanki saman balyaları birbirini itiyor ve samanlığa çekiyor! Bu potansiyel olarak korkunç derecede karmaşık bir durumdur. Devrenin her noktasında ne kadar fazla pozitif veya negatif yük olduğunu bilsek bile (ki bunu gerçekçi olarak bilmiyoruz) Coulomb yasasını kullanarak zilyonlarca kuvveti hesaplamamız, tüm vektör eklemelerini gerçekleştirmemiz ve sonunda ne kadar kuvvet olduğunu hesaplamamız gerekir. Onlar ilerledikçe suçlamalar üzerinde çalışma yapılıyordu. İşleri daha da korkutucu hale getirmek için, hareket eden birden fazla yüklüparçacık türüvardır: tellerde ve ampulün filamanında hareket eden elektronlardır, ancak iyonlar pilin içindeki hareketli yük taşıyıcılarıdır.

Neyse ki, işleri basitleştirmenin iki yolu var:

Machine Translated by Google

Durum değiş mez. Bir lastik çubuk ve bir parça kürk kullanarak bir ampulüyakmaya çalış tığımız hayali düzeneğin aksine, bu devre kendisini sabit bir durumda tutar (devre ilk olarak birleş tirildikten sonra belki de mikro saniyelik bir oturma süresinden sonra) . Akım sabittir ve devrenin herhangi bir alanından yük akarken, aynı miktarda akan yük ile değiş tirilir.
Devrenin herhangi bir bölümündeki fazla pozitif veya negatif yük miktarı bu nedenle sabit kalır. Benzer şekilde, akan bir nehir izlediğimizde su akıyor ama nehir yok olmuyor.

Kuvvet sadece konuma bağlıdır. Yük dağılımı değiş mediğinden, yüklü bir parçacık üzerindeki toplam elektriksel kuvvet sadece kendi yüküne ve bulunduğu yere bağlıdır. Aynı türden baş ka bir yüklüparçacık daha sonra aynı yeri ziyaret ederse, tam olarak aynı kuvveti hissedecektir.

İkinci gözlem bize, bir yüklüparçacığın deneyiminde diğerininkiyle karş ılaş tırıldığında o kadar farklı hiç bir ş ey olmadığını söyler. Dikkat edilmesi gereken bir parçacığı seçersek ve belirli bir yol boyunca A noktasından B noktasına giderken elektrik kuvvetlerinin onun üzerinde yaptığı iş miktarını bulursak, bu, yapılacak iş miktarıyla aynıdır. aynı yolu izlediği için aynı türden diğer yüklüparçacıklar üzerinde. Görselleş tirme adına, pilin bir ucundan baş layan, ampulün telinden geçen ve diğer ucunda biten yolu düş ünelim. Bir nesne yalnızca konumuna bağlı bir kuvvete maruz kaldığında (ve belirli diğer teknik koş ullar yerine getirildiğinde), o nesnenin konumuyla iliş kili potansiyel bir enerji tanımlayabiliriz. Parçacık A'dan B'ye hareket ederken elektrik kuvvetlerinin yaptığı iş , A ve B arasındaki elektrik potansiyel enerjisindeki düş üş e eş ittir. Bu potansiyel enerji, ısı ve ış ık gibi diğer enerji biçimlerine dönüş türülen ş eydir. Bu nedenle voltajı genel olarak birim yük baş ına elektriksel potansiyel enerji olarak tanımlarız: voltaj farkının tanımı
Uzayda iki nokta arasındaki voltaj farkı ş u ş ekilde tanımlanır:

$$V = PEelec / q ,$$

Burada PEelec , baş langıç noktasından son noktaya hareket ederken q yüklübir parçacığın potansiyel enerjisindeki değiş imdir .

Dağıtılan güç miktarı (yani enerjinin elektrik akış ı tarafından dönüş türülme hızı) daha sonra denklem ile verilir.

$$P = ben \quad V .$$

Machine Translated by Google

Örnek: Bir yerde depolanan enerji pil

Soru: Eski video kameram büyük bir kurş un-asit pili bitiyor
12 volt, 4 AH olarak etiketlenmiş tir. “AH”, amper-saat anlamına gelir.
Pilin depolayabileceği maksimum enerji miktarı nedir?

Çözüm: Bir amper-saat, bir birim ile çarpılan bir akım birimidir.
zamanın. Akım, birim zaman başına ücrettir, bu nedenle bir amper-saat
gerçek komik bir birim şarj :

$$(1\ \text{A})(1\ \text{saat}) = (1\ \text{C/s})(3600\ \text{s})$$
$$= 3600\ \text{C}$$

Şimdi 3600 C çok sayıda yüklü parçacıktır, ancak toplam
potansiyel enerji kaybı sadece toplam yüklerinin çarpımı olacaktır.
üzerinde hareket ettikleri voltaj farkı:

$$_{\text{elek üzerinde}} = q_{\text{içinde}}$$
$$= (3600\ \text{C})(12\ \text{V})$$
$$= 43\ \text{kJ}$$

Örnek: Volt-amper birimleri

Soru: Kapı zilleri genellikle volt amper olarak derecelendirilir. Bu ne yapar
birimlerin birleşimi ne demek?

Çözüm: Akım zamanı voltaj, güç birimlerini verir, volt-amp'ler $P = _{\text{ben içinde}}$, böyle
gerçekten watt yazmanın standart olmayan bir yoludur.
Kapı zilinin ne kadar güç gerektirdiğini söylüyorlar.

Örnek: tarafından harcanan güç a pil ve ampul

Soru: 9,0 voltluk bir pil, 1,0 A'lık bir pilin içinden akmasına neden oluyorsa
ampul, ne kadar güç harcanır?

Çözüm: Bir pilin voltaj değeri bize hangi voltajın olduğunu söyler.
fark V, terminalleri arasında korumak için tasarlanmış tır.

$$P = _{\text{ben içinde}}$$
$$= 9{,}0\ \text{A}\ \ \text{V}$$
$$= 9{,}0\ \text{sn}\ \frac{\text{C}}{\text{C}}\ \frac{\text{J}}{}$$
$$= 9{,}0\ \text{J/s}$$
$$= 9{,}0\ \text{watt}$$

Bu problemde önemsiz olmayan tek şey,
birimler. Kişi ortak kombinasyonları çevirmeye çabucak alışır
A. V gibi daha basit terimlerle.

Voltaj kavramıyla ilgili birkaç soru ve yanıt burada.

Soru: Tamam, peki gerçekten hangi voltaj?

Cevap: Pil gibi bir cihazın pozitif ve negatif
içindeki diğer yükleri dışarı iten yükler
devre. Daha yüksek voltajlı bir pilin içinde daha yoğun şarjlar vardır ve bu
içinden geçen her yüklü parçacık üzerinde daha fazla iş yapacak
dış devre.

Bir yerçekimi analojisini kullanmak için, bir çarka bir çark koyabiliriz.
uzun veya kısa bir şelalenin dibi, ancak bir kg
daha büyük yerçekimi potansiyel enerjisinden düşen su
fark, çarka teslim etmek için daha fazla enerjiye sahip olacaktır.
alt.

Machine Translated by Google

Soru: Voltajı neden elektrik potansiyeli olarak tanımlarız?
enerjiyi sadece elektriksel olarak tanımlamak yerine, yüke bölerek
potansiyel enerji?
Cevap: Cevaplardan biri,
denklem $P_{iş} = \ldots$ Daha genel bir cevap, istediğimiz
herhangi iki nokta arasındaki voltaj farkını tanımlayabilmek
önceden ne kadar şarj olduğunu bilmek zorunda kalmadan uzayda
aralarında hareket eden parçacıklar olacaktır. Dilinize dokuz voltluk bir
pil koyarsanız, hareket eden yüklüparçacıklar
dilinizin karşısında ve size o karıncalanma hissini vermek
elektronlar değil, + pratikte herhangi bir yüke sahip $ve, -2 ve, veya$
olabilen iyonlar. Üretici muhtemelen
pil, çoğunlukla metal telli devrelerde kullanılacak,
akmakta olan yüklüparçacıklar, yükleri olan elektronlar olacaktır.
$-ve$. Dilinden akanlar varsa
-2'lik yükler onlar ve için potansiyel enerji farkı olacaktır.
iki kat daha fazladır, ancak voltaj tanımındaki –2'lik yüklerine bölmek
ve
yine de 9 V'luk bir sonuç verecektir.

Soru: Yüklüparçacıklar için iki ayrı rol var mıdır?
devrede, hareketsiz duran ve kuvvetleri uygulayan bir tip ve
bu güçlerin etkisi altında hareket eden bir başkası?

Cevap: Hayır. Her yüklüparçacık aynı anda ikisini birden oynar.
roller. Newton'un üçüncüyasası diyor ki, herhangi bir parçacığın
üzerine etkiyen elektriksel kuvvetler de bir elektriksel kuvvet uyguluyor olmalıdır.
diğer parçacığı geri zorlayın. "belirlenmiş
hareket ettiriciler" veya "belirlenmiş kuvvet yapıcılar".

Soru: Voltaj tanımı neden sadece
voltaj farklılıklar ?
Cevap: Voltajı elec/ olarak tanımlamak tamamen sorun $\equiv$ değil. Fakat q
sahip olanın sadece potansiyel enerjide olduğunu hatırlayın.
farklılıklar
fizikte doğrudan fiziksel anlam. Benzer şekilde, voltaj farkları
mutlak voltajlardan gerçekten daha faydalıdır. bir voltmetre
mutlak gerilimleri değil, gerilim farklarını ölçer.

Tartışma soruları

A. Bir hız treni bir tür elektrik devresi gibidir, ancak yerçekimi kullanır
elektrikli olanlar yerine arabalar üzerindeki kuvvetler. Yüksek voltajlı bir silindir ne olurdu?
koster gibi mi? Yüksek akımlı bir roller coaster nasıl olurdu?

B. Aşağıdaki ifadeleri eleştirin:
"Tele dokundu ve içinden 10000 volt geçti."
"Bu pilin şarjı 9 volt."
"Pilin şarjını tükettin."

C. 9 voltluk bir pili dilinize dokunduğunuzda hem pozitif hem negatif
iyonlar tükürüğünüzde hareket eder. Hangi iyonlar hangi yöne gider?

D. Bir keresinde yanlış bağlanmış bir fizik aparatına dokundum,
ve elimde birkaç bin voltluk bir voltaj farkı var. değildim
yaralı. Şok okun hangi nedenle yetersiz gücüolabilirdi?
beni incitmek için?

Machine Translated by Google

3.4 Direnç

Direnç

Şimdiye kadar, bir pil ve ampul devresinin hızla sabit bir akışa geçtiği gözlemlenen bir gerçek olarak sunduk, ama neden böyle olsun? Newton'un ikinci yasası, a=F/m, yüklüparçacıklar üzerindeki sabit kuvvetlerin, onları devrenin etrafında daha hızlı ve daha hızlı kamçılamasını sağlayacağını tahmin ediyor gibi görünüyor. Cevap, yüklüparçacıklar madde içinde hareket ederken, her zaman harekete direnen sürtünme kuvvetlerine benzer kuvvetler vardır. Bu kuvvetlerin Newton'un ikinci yasasına dahil edilmesi gerekir; bu, gerçekte a=F/m değil , a=Ftoplam/m olan . Benzer şekilde, bir sandığı zeminde sabit hızda, yani sıfır ivme ile iterseniz, üzerindeki toplam kuvvet sıfır olmalıdır. Sandığı çalıştırdıktan sonra, zeminin sürtünme kuvveti, kuvvetinizi tam olarak iptal ediyor. Bedeninizde depolanan kimyasal enerji, sandıkta ve zeminde ısıya dönüşüyor ve artık kasanın kinetik enerjisinde bir artışa dönüşmüyor. Benzer şekilde, pilin dahili kimyasal enerjisi, sürekli artan yüklüparçacıkların kinetik enerjisine değil, ısıya dönüştürülür. Enerjiyi ısıya dönüştürmek bilgisayar çipi gibi bazı devrelerde can sıkıcı olabilir, ancak parlamak için yeterince ısınması gereken bir ampul için hayati önem taşır. İstesek de istemesek de, bu tür bir ısıtma etkisi, yüklüparçacıklar madde içinde hareket ettikleri her an gerçekleşecektir.

Isıtma miktarını ne belirler? 9 voltluk bir pille çalışmak üzere tasarlanmış bir el feneri ampulü1.0 watt, diğeri 5.0 olarak etiketlenebilir. Bu nasıl çalışıyor? Atom seviyesinde bu tür sürtünmenin ayrıntılarını bilmeden bile, ısı yayılımını P=I V denklemi aracılığıyla akan akım miktarıyla ilişkilendirebiliriz. İki el feneri ampulü, aynı V'yi koruyan bir pil ile kullanıldığında iki farklı P değerine sahip olabilirse, 5.0 watt'lık ampulün içinden beş kat daha fazla akım geçmesine izin vermesi gerekir.

Ampul filamanlarının yapıldığı tungsten de dahil olmak üzere birçok madde için deneyler, içinden geçecek akımın miktarının, üzerine yerleştirilen voltaj farkıyla doğru orantılı olduğunu göstermektedir. Böyle bir maddeden yapılmış bir nesne için elektrik direncini şu şekilde tanımlarız :

direnç tanımı

Devreye yerleştirilen bir nesne, üzerindeki voltaj farkıyla orantılı bir akım akışı gösteriyorsa, direncini sabit oran olarak tanımlarız.

$$R = V / ben .$$

Direnç birimleri volt/amperdir, genellikle ohm olarak kısaltılır ve Yunanca büyük harf omega, Ω ile sembolize edilir.

Machine Translated by Google

Örnek: Direnç bir ampul

Soru: 9 voltluk pille çalışan bir el feneri ampulünün direnci 10 Ω'dur. Ne kadar akım çekecek?

Çözüm: Direnç tanımını çözerek = / = 0,9 V/Ω buluruz

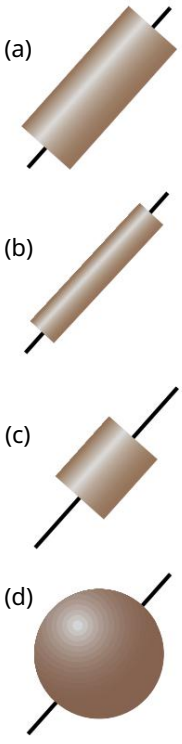
ben R

= 0,9 V/(V/A)
= 0,9 A

Ohm yasası , birçok katı ve bazıları dahil olmak üzere birçok maddenin sıvılar, en azından çok büyük olmayan voltajlar için bu tür bir davranış sergiler. Ohm yasasına "yasa" denmesi, tüm malzemelerin ona uyduğu veya örneğin Newton yasalarıyla aynı temel öneme sahip olduğu anlamına gelmemelidir. Malzemeler, Ohm yasasına uyup uymadıklarına bağlı olarak omik veya omik olmayan olarak adlandırılır.

Aynı boyut ve şekildeki iki farklı omik malzemeden yapılmış nesneler farklı dirençlere sahipse, bir malzemenin diğerinden daha dirençli olduğunu veya eşdeğer olarak daha az iletken olduğunu söyleyebiliriz. Metaller gibi çok iletken olan malzemelere iyi iletkenler denir. Ahşap veya kauçuk gibi son derece zayıf iletken olanlar yalıtkan olarak sınıflandırılır. İki malzeme sınıfı arasında keskin bir ayrım yoktur. Silikon gibi bazıları iki ucun ortasında yer alır ve yarı iletkenler olarak adlandırılır.

Sezgisel düzeyde, "hhhhhh" ve "ffffff" seslerini çıkararak direnç fikrini anlayabiliriz. Ağzınızdan hava akışını sağlamak için, göğsünüzdeki havayı sıkıştırmak için diyaframınızı kullanırsınız. Göğsünüz ile ağzınızın dışındaki hava arasındaki basınç farkı, voltaj farkına benzer. "h" sesini çıkardığınızda ağzınızı ve boğazınızı havanın rahat akmasına izin verecek şekilde şekillendirirsiniz. Büyük hava akışı büyük bir akım gibidir. Direnç tanımında büyük bir akıma bölmek, küçük bir direnç elde ettiğimiz anlamına gelir. Ağzınızın ve boğazınızın küçük direncinin büyük bir akımın akmasına izin verdiğini söylüyoruz. "f" sesini çıkardığınızda direnci arttırırsınız ve daha küçük bir akımın akmasına neden olursunuz.



Bir cismin direncinin maddeye bağlı olmasına rağmen yapılmışsa, basitçe "altının direncinden" veya "ahşabın direncinden" söz edemeyiz. Şekiller, elektrik bağlantısı olarak uçlarına teller bağlanmış dört nesne örneğini göstermektedir. Aynı maddeden yapılmış olsalardı, yine de farklı boyut ve şekillerden dolayı hepsinin farklı dirençleri olurdu. Sonraki bölüm bağlamında daha ayrıntılı bir tartışma daha doğal olacaktır, ancak (b)'nin direncinin (a)'nın direncinden daha büyük olması çok şaşırtıcı olmamalıdır - ancak bir borudan akan su görüntüsü yanlış, bize doğru sezgiyi verir. (c) nesnesi (a)'dan daha küçük bir dirence sahip olacaktır çünkü büyük klüparçacıkların geçmesi gereken daha az şey vardır.

Machine Translated by Google

Chicago yakınlarındaki Argonne National Labora tory'deki ATLAS hızlandırıcısının süper iletken bir parçası. Nükleer fizik araş tırmaları için iyon demetlerini ış ık hızının yüzde birkaç ına kadar hızlandırmak için kullanılır. Parlak gümüş renkli yüzeyler, diğer metallere kıyasla nispeten yüksek sıcaklıklarda bir süper iletken olan niyobyum elementinden yapılmış tır - nispeten yüksek, sıvı helyumun sıcaklığı anlamına gelir! İyon demeti, kavisli çubukların uçlarındaki iki küçük silindirdeki deliklerden geçer. Yük, saniyede 12 milyon döngüfrekansında aralarında gidip gelir, böylece sırayla pozitif ve negatif olurlar. Pozitif yüklüış ın, her biri segmentlerden birindeyken önündeki silindirdeki negatif yük tarafından ileri çekilecek ve arkadaki pozitif yüklütarafından ileri itilecek ş ekilde zamanlanmış kısa darbelerden oluş ur. İlgili büyük akımlar, süper iletken olmayan herhangi bir metali hızla eritebilir, ancak bir süper iletkende hiç ısı üretmezler. Kendi doktora tezim bu hızlandırıcıdan gelen verilere dayanıyordu.

Süperiletkenler Tüm

malzemeler, sıcaklığa göre dirençte bir miktar değiş iklik gösterir (bir elektrik devresine kolayca bağlanabilen bir termometre yapmak için termostatlarda kullanılan bir gerçektir). Daha da çarpıcı bir ş ekilde, çoğu metalin belirli bir kritik sıcaklığa soğutulduğunda sıfır direnceani bir değiş iklik gösterdiği bulunmuş tur . Daha sonra süperiletken oldukları söylenir. Teorik olarak, süperiletkenler, örneğin trenleri havaya kaldırmak için kullanılabilecek sarmal tel mıknatıslar gibi pek çok heyecan verici cihazı mümkün kılmalıdır. Pratikte, tüm metallerin kritik sıcaklıkları çok düş üktür ve sonuçta ortaya çıkan aş ırı soğutma ihtiyacı, fizik araş tırmaları için parçacık hızlandırıcılar gibi özel uygulamalar dış ında kullanımlarını ekonomik hale getirmiş tir.

Ancak bilim adamları son zamanlarda, bazı seramiklerin daha az aş ırı sıcaklıklarda süper iletkenler olduğunu ş aş ırtıcı bir ş ekilde keş fettiler. Teknolojik engel artık bu kırılgan malzemelerden tel yapmak için pratik yöntemler bulmakta. Wall Street ş u anda bu malzemelere dayalı cep telefonu röle istasyonları için süper iletken cihazlar geliş tirmeye milyarlarca dolar yatırım yapıyor. 2001 yılında Kopenhag ş ehri, elektrik güç hatlarının kısa bir bölümünüsüper iletken kablolarla değiş tirdi ve ş u anda faaliyette ve müş terilere güç sağlıyor.

Ş u anda genel olarak tatmin edici bir süperiletkenlik teorisi yoktur, metallerde süperiletkenlik oldukça iyi anlaş ılmış olsa da. Ne yazık ki, giriş seviyesinde çalış an metallerde süperiletkenliğin temel bir açıklamasını henüz bulamadım.

Bir iletken boyunca sabit voltaj Bir süper iletken fikri

bizi, çok iyi bir iletkenden yapılmış sa bir nesnenin nasıl davranmasını beklememiz gerektiği sorusuna götürür. Süper iletkenler uç bir durumdur, ancak örneğin devrenin tel dış ındaki kısımları çok daha az iletken malzemelerden yapılmış sa, genellikle bir metal tel mükemmel bir iletken olarak düş ünülebilir. R= V/I denkleminde R sıfıra eş itse ne olur ? İki sayıyı bölmenin sonucu ancak en üstteki sayı sıfıra eş itse sıfır olabilir. Bu bize, mükemmel bir iletkende herhangi iki nokta seçersek, aralarındaki gerilim farkının sıfır olması gerektiğini söyler. Baş ka bir deyiş le, tüm iletken aynı voltajda olmalıdır.

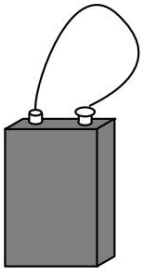
Sabit voltaj, iletkendeki bir noktadan diğerine hareket ederken bir yük üzerinde hiçbir iş yapılmayacağı anlamına gelir. Sıfır iş , yalnızca iki belirli nokta arasındaki belirli bir yol boyunca yapıldıysa, yolun bir kısmı boyunca pozitif iş ve yol boyunca negatif iş yapıldığı anlamına gelebilir.

Machine Translated by Google

dinlenme, iptal ile sonuçlanır. Ancak bir yük üzerindeki elektrik kuvveti aslında her noktada sıfır olmadıkça, iş in tüm olası yollar için sıfır olması mümkün değildir. Örneğin, ayaklarınızı bir halıya sürterek statik bir yük oluş turduğunuzu ve sonra bu yükün bir kısmını iyi bir iletken olan bir kapı koluna bıraktığınızı varsayalım. Tüm bu yük, kapı kolunda herhangi bir noktada herhangi bir elektrik kuvveti yaratmadan nasıl olabilir? Tek olası cevap, yükün kendisini tam doğru konfigürasyona yayana kadar hareket etmesidir, böylece aş ırı yüzey yükünün tüm küçük parçaları tarafından kapı tokmağı içindeki herhangi bir yüklüparçacık üzerinde uygulanan kuvvetler tam olarak iptal edilir.

üzerine yüklenen yükün olduğunu varsayarsak, bu davranış ı açıklayabiliriz. kapı kolu sonunda sabit bir dengeye yerleş ir. Kapı tokmağı bir iletken olduğundan, yük onun içinden geçmekte serbesttir. Hareket etmekte serbest olsaydı ve herhangi bir parçası yükün geri kalanından sıfır olmayan bir toplam kuvvete maruz kalsaydı, o zaman hareket ederdi ve bir dengemiz olmazdı.

Ayrıca, bir iletken üzerine yerleş tirilen yükün, denge konfigürasyonuna ulaş tığında, içte değil, tamamen yüzeyde olduğu ortaya çıkıyor. Bu gerçeği resmi olarak kanıtlamayacağız, ancak sezgisel olarak makul. Örneğin, iletken üzerindeki net yükün negatif olduğunu, yani fazla elektrona sahip olduğunu varsayalım. Bu elektronların hepsi birbirini iter ve bu itme onları yüzeye doğru itme eğiliminde olacaktır, çünküyüzeyde olmak onları mümkün olduğunca uzak tutar.



Bir pili kısa devre yapmak. Uyarı: Bu şekilde kendinizi yakabilir veya ateş yakabilirsiniz! Bunu denemek istiyorsanız, bağlantıyı çok kısa süreliğine yapmayı deneyin, düş ük voltajlı bir pil kullanın ve pile veya kabloya dokunmaktan kaçının, ikisi de ısınacaktır.

Kısa devreler

Ş imdiye kadar mükemmel bir iletken varsayıyorduk. Peki ya iyiyse ş ef, ama mükemmel değil mi? O zaman V=IR için çözebiliriz . Sıradan boyutlu bir akım, metal bir tel gibi iyi bir iletkenin direnciyle çarptığımızda çok küçük bir sonuç verecektir. Tel boyunca voltaj daha sonra neredeyse sabit olacaktır. Öte yandan, akım aş ırı derecede büyükse, önemli bir voltaj farkına sahip olabiliriz. Kısa devrede olan budur: Düş ük dirençli bir yolun bir voltaj kaynağının iki tarafını birbirine bağladığı bir devre. Bunun, terimin herhangi bir elektrik arızasını belirtmek için yaygın kullanımından çok daha spesifik olduğunu unutmayın. Örneğin, ş ekilde gösterildiği gibi 9 voltluk bir pili kısa devre yaparsanız, belki de bin amperlik akım üretecek ve çok büyük bir P=I V değerine yol açacaksınız. Tel ısınıyor!

Kendi Kendine Kontrol

Bu tür bir kısa devrede pile ne olur? [Bir sonraki sayfada yanıtlayın.]

Machine Translated by Google

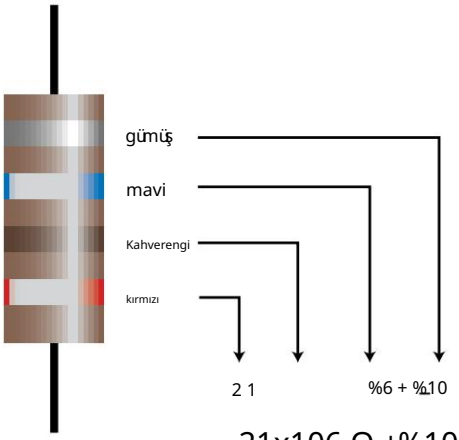
dirençler

Herhangi bir elektronik aygıtın içinde epeyce küçük devre göreceksiniz.
aşağıda gösterilen gibi öğeler. Bu dirençler basitçe bir silindirdir.
uca bağlı teller ile ohmik malzeme.

Bu aşamada, çoğu öğrenci nedenini anlamakta güçlük çeker.
dirençler bir radyo veya bilgisayar içinde kullanılacaktır. biz açıkçası istiyoruz
akımına direnen bir devre elemanına sahip olmak için ampul veya elektrikli soba
elektrik ve ısınır, ancak radyolarda ve bilgisayarlarda ısıtma istenmez.
Çok fazla uzaklaşmadan, genel bir sonuç elde etmek için mekanik bir benzetme kullanalım.
bir radyoda neden bir direnç kullanılacağına dair fikir.

Bir radyo alıcısının ana parçaları bir anten, seçim için bir tunerdir.
frekans ve sinyali sürmek için yeterince güçlendirmek için bir amplifikatör
konuşmacı. Tuner, tıpkı aşağıdaki gibi, seçilen frekansta rezonansa girer.
3. kitapta tartışılan mekanik rezonans örnekleri.
mekanik rezonatör üç şeye bağlıdır: eylemsizliği, sertliği ve
sürtünme veya sönüm miktarı. İlk iki parametre tepe noktasını belirler
rezonans eğrisinin, sönümleme ise genişliğini belirler.
rezonans. Radyo alıcısında, elektrikle titreşen bir sistemimiz var.
belirli bir frekansta yankılanır. Fiziksel bir nesnenin geri hareket etmesi yerine
ve ilerisi, bu titreşimler, ilk olarak tek bir akımda akan elektrik akımlarından oluşur.
yönde ve sonra diğerinde. Mekanik bir sistemde, sönümleme şu anlama gelir:
Titreşimden ısı şeklinde enerjinin alınması ve tıpatıp aynısı
fikir bir elektrik sistemi için geçerlidir: direnç, sönümlemeyi sağlar ve
bu nedenle rezonansın genişliğini kontrol eder. Eğer hepsini ortadan kaldırmak için yola çıkarsak
tuner devresindeki direnç, bir direnç oluşturmayarak ve bir şekilde
tellerin tüm doğal elektrik direncinden kurtulursak,

renk	anlam
siyah	0
Kahverengi	1
kırmızı	2
Portakal	3
Sarı	4
Yeşil	5
mavi	6
menekşe	7
gri	8
beyaz	9
gümüş	±%10
altın	±%5



21x106 Ω ±%10

Dirençler için renk kodları
(solda) ve bir örnek
kullanımları (üstte).

Şemalarda temsil etmek için
kullanılan sembol
direnç.

[Önceki sayfadaki soruya cevap.] Büyük miktarda güç, yüksek dönüşüm oranı anlamına gelir.
pilin kimyasal enerjisini ısıya dönüştürür. Pil tüm enerjisini çabucak tüketecektir, yani "yanacaktır".

Machine Translated by Google

iş e yaramaz bir radyo var. Tunerin rezonansı o kadar dar olurdu ki istasyonu getirmek için doğru frekansa asla yeterince yaklaş amazdık. Atalet ve katılığın rolleri, tartış madığımız diğer devre elemanları (bir kapasitör ve bir bobin) tarafından oynanır.

Uygulamalar

Birçok elektrikli cihaz, içlerinde normal dirence benzeyen küçük bileş enler olmasa bile, elektrik direncine ve Ohm yasasına dayanır. Aş ağıdakiler bazı örneklerdir.

Ampul

Bir ampul filamanının özel bir yanı yoktur - dar bir belinizi metalik bir sakız ambalajına keserek ve ambalajı 9 voltluk bir pilin terminallerine bağlayarak kolayca bir ampul yapabilirsiniz. Sorun ş u ki, anında yanacak. Edison, bu teknik sorunu, filamanı, yanma oksijen gerektirdiğinden yanmayı önleyen, havası boş altılmış bir ampulün içine yerleş tirerek çözdü

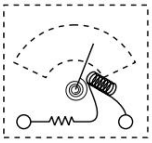
yalan makinesi

Yalan makinesi ya da "yalan dedektörü", deneğin terleme ve hızlı kalp atış ı gibi psikolojik stresinin fiziksel ölçümlerini kaydetmek için kullanılan bir dizi ölçüm aletidir. Gerçek zamanlı ter ölçümü, kuru cildin iyi bir yalıtkan olduğu, ancak terli cildin iletken olduğu ilkesine göre çalış ır.
Tabii ki, doğru sözlübir özne sadece durum nedeniyle gergin olabilir ve deneyimli bir yalancı ter bile atamayabilir. Yöntemin uygulayıcıları farkı anlayabileceklerini iddia ediyorlar, ancak yalan makinesi testine girmeden önce iki kez düş ünmelisiniz. Çoğu ABD mahkemesi tüm yalan makinesi kanıtlarını hariç tutar, ancak bazı iş verenler yalancı çalış anları iş baş vurusunda bulunanları yalan makinesi testi yaparak elemeye çalış ır; bu, el yazısı analizi gibi sahte bilimlerle aynı sırada yer alan bir suistimaldir.

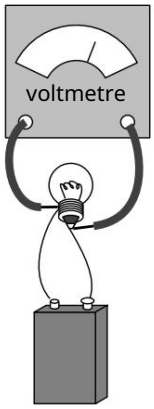
Sigorta

Sigorta, bir ampermetre ile aynı ş ekilde giş e tarzında bir devre giş esine takılan bir cihazdır. Basitçe, nispeten düş ük bir erime noktasına sahip metallerden yapılmış bir tel parçasıdır. Sigortadan çok fazla akım geçerse eriyerek devreyi açar. Amaç, bina kablolarının kendilerinin yangın çıkaracak kadar ısınacak kadar fazla akım taş ımamasını sağlamaktır. Çoğu modern ev, sigortalar yerine devre kesiciler kullanır, ancak sigortalar arabalarda ve küçük cihazlarda hala yaygındır. Devre kesici, yeterli akım aktığında devreyi açan, sarmal telli bir mıknatıs tarafından çalış tırılan bir anahtardır. Avantajı, çok fazla akım çeken bazı cihazları kapattığınızda, anahtarı hemen kapatabilmenizdir. Sigortaların olduğu günlerde, yedek bir sigorta olmadan yakalanabilir, hatta güvenlik özelliğini ortadan kaldırarak yedek olarak alüminyum folyo doldurmaya özendirilebilir.

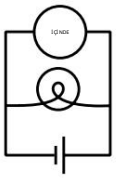
Machine Translated by Google



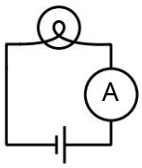
(a) Bir voltmetrenin nasıl çalış tığının basitleş tirilmiş bir diyagramı.



(b) Bir ampuldeki voltaj farkını ölçmek.



(c) Aynı kurulum ş ematik olarak çizilmiş tir.



(d) Akımı ölçmek için kurulum farklıdır.

Voltmetre

Bir voltmetre, içinden akımın akmaya zorlandığı ek bir yüksek değerli dirence sahip bir ampermetreden baş ka bir ş ey değildir. Ohm kanunu, dirençten geçen akımı doğrudan onun üzerindeki voltaj farkıyla iliş kilendirir, bu nedenle metre, direncin bilinen değerine dayalı olarak volt birimlerinde kalibre edilebilir. Voltmetrenin iki probu, bir devrede aralarındaki voltaj farkını ölçmek istediğimiz iki konuma dokunur, (b). Bu tür çizimin ne kadar hantal olduğuna ve neyin neye bağlı olduğunu söylemenin ne kadar zor olduğuna dikkat edin. Bu nedenle elektrik çizimi genellikle ş ematik olarak gösterilir. Ş ekil (c), ş ekil (b)'nin ş ematik bir temsilidir.

Akım ve voltajı ölçmek için kurulumlar farklıdır. Akımı ölçerken, "ne kadar madde geçtiğini" buluyoruz, bu yüzden ampermetreyi tüm akımın geçmesi gereken yere yerleş tiriyoruz.
Ancak voltaj, "geçen ş eyler" değil, potansiyel enerjinin bir ölçüsüdür. Bir ampermetre su kullanımınızı ölçen metreye benziyorsa, voltmetre size bir ş elalenin ne kadar yüksek olduğunu söyleyen bir ölçüm çubuğu gibidir, böylece düş en her bir kilogram su tarafından ne kadar enerji salınacağını belirleyebilirsiniz. Suyu ölçüm çubuğundan geçmeye zorlamak istemiyoruz! Ş ekil (c)'deki düzenleme paralel bir devredir: biri, akımın bir kısmının bir yöne, bir kısmının ise diğerinden akacağı "yoldaki çatallar"dır. Ş ekil (d)'nin seri olarak bağlandığı söyleniyor : tüm akım birbiri ardına tüm devre elemanlarını ziyaret edecek. Sonraki bölümde seri ve paralel devreleri daha ayrıntılı olarak ele alacağız.

Ampul ve pil ile seri olarak bir voltmetreyi yanlış takarsanız, büyük iç direnci akımı o kadar düş ürür ki ampul söner. Bununla ilgili bir ş eyi ölçmeye çalış arak devrenin davranış ını ciddi ş ekilde bozmuş olurdunuz.

Bir ampermetreyi paralel olarak yanlış yerleş tirmek muhtemelen daha da rahatsız edici olacaktır. Ampermetrenin içinde direnç sağlamak için telden baş ka bir ş ey yoktur, bu nedenle seçim yapıldığında akımın çoğu ampulden ziyade içinden akacaktır. Ampermetreden o kadar fazla akım geçecektir ki, aslında pilin veya sayacın veya her ikisinin de yanması tehlikesi vardır! Bu nedenle çoğu ampermetrenin içinde sigortalar veya devre kesiciler bulunur. Bazı modeller bu durumda devre kesicilerini açar ve sesli bir alarm verir, diğerleri ise sadece bir sigortayı atar ve siz değiş tirinceye kadar çalış mayı durdurur.

Tartış ma sorusu

A. Ş ekil (b)'de, voltmetrenin problarına aynı tel segmentleri boyunca farklı noktalara dokunursak, voltaj ölçümünde herhangi bir fark yaratır mı?

B. Direnci, direncin akmasına izin verdiği yük miktarı olarak tanımlamanın neden yanlış olacağını açıklayın.

Machine Translated by Google

3.5 Malzemelerin Akım İletken Özellikleri

Ohm yasasının dikkate değer bir özelliği vardır, o da akımın, yapmaya özen gösterdiğimiz kadar küçük bir voltaj farkına tepki olarak bile akacağıdır. Bir sandığı zemin boyunca itme benzetmesinde, sanki bir pire bile sandığı çok düşük bir hızda olsa da zeminde kaydırabilirmiş gibidir. Pire, sandık ve zemindeki mikroskobik tümseklerin ve çukurların birbirine kilitlenme eğiliminden kaynaklanan bir etki olarak düşünebileceğimiz statik sürtünme nedeniyle bunu yapamaz. Ohm yasasının neredeyse tüm katılar için geçerli olduğu gerçeğinin ilginç bir yorumu vardır: en azından bazı elektronlar herhangi bir özel atoma "kilitlenmemiş tir".

Daha genel olarak, çeşitli katılarda, sıvılarda ve gazlarda yükün gerçekte nasıl aktığını sorabiliriz. Bu bizi şimşek, araba akülerinin terminallerinde oluşan mavimsi kabuk ve spor içeceklerindeki elektrolit ihtiyacı gibi birçok ilginç fenomenin açıklamalarına götürecektir.

Katılar

Atomik terimlerle, bir katının tanımlayıcı özelliği, atomlarının birlikte paketlenmiş olması ve çekirdeklerin denge konumlarından çok uzağa hareket edememeleridir. O halde, katılarda akımlar akarken yük taşıyıcılarının iyonların değil elektronların olması mantıklıdır. Bu gerçek, Tolman ve Stewart tarafından, büyük bir tel bobini döndürdükleri ve sonra aniden durdurdukları bir deneyde deneysel olarak belirlendi. Bobin durdurulduktan hemen sonra telde bir akım gözlemlediler; bu, belirli bir atoma kalıcı olarak kilitlenmemiş yüklüparçacıkların, telin malzemesi genel olarak durduktan sonra bile, kendi ataletleri nedeniyle hareket etmeye devam ettiğini gösterdi. Akımın yönü hareket etmeye devam edenlerin negatif yüklüparçacıklar olduğunu gösterdi. Akım ancak bir an sürdü, negatif yüklüparçacıklar telin akış aşağı ucunda toplandığından, elektriksel itme ve ayrıca net pozitif yük ile bırakılan yukarı akış ucundan gelen çekim nedeniyle başka parçacıkların bunlara bağlanması önlendi. Tolman ve Stewart, parçacıkların kütle-yük oranını bile belirleyebildiler. Burada analizin ayrıntılarına girmemize gerek yok, ancak yüksek kütleli parçacıkların yavaşlaması zor olacak, bu da daha güçlüve daha uzun bir akım darbesine yol açacak, yüksek yüklüparçacıklar ise daha güçlü elektriksel kuvvetler hissederek onları yavaşlatacak ve bu da onları yavaşlatacaktır. daha zayıf ve daha kısa bir nabız. Bu şekilde belirlenen kütle-yük oranı , esasen parçacıkların elektron olduğunu ortaya koyan deneyin doğruluğu dahilinde elektronun m/q'su ile tutarlıydı.

Katılarda akımı iyonların değil de yalnızca elektronların taşıdığı gerçeğinin birçok önemli sonucu vardır. Birincisi, uzun süre akım taşıdıktan sonra tellerin neden yıpranmadığını veya toza dönüşmediğini açıklıyor. Elektronlar çok küçüktür (hatta belki noktasaldır) ve atomların yapısında delikler veya kırıklar oluşturmadan atomlar arasındaki çatlaklar arasından geçtiklerini hayal etmek kolaydır. Biraz kimya bilenler için, tüm en iyi iletkenlerin neden periyodik tablonun sol tarafında olduğunu da açıklıyor. Bu alandaki elementler, en dış taki elektronları üzerinde yalnızca çok gevşek bir tutuşa sahip olanlardır.

Machine Translated by Google

gazlar

Bir gazdaki moleküller zamanlarının çoğunu birbirlerinden ayrı olarak geçirirler. diğer önemli mesafeler, dolayısıyla elektronları atomdan atoma dağıtarak katıların yaptığı gibi elektriği iletmeleri mümkün değildir. Bu nedenle gazların iyi yalıtkan olmaları şaşırtıcı değildir.

Gazlar da genellikle omik değildir. Bir fırtına bulutu ve altındaki zemin üzerinde zıt yükler biriktiğinde, voltaj farkı daha da büyür. Bununla birlikte, sonunda voltaj belirli bir eşiğe ulaşana kadar neredeyse sıfır akım akar ve kıvılcım veya elektrik boşalması olarak bilinen şeyin etkileyici bir örneğine sahibiz. Hava omik olsaydı, bulut ve yer arasındaki akım, bir eşiğe ulaşılana kadar sıfır olmak yerine, voltaj farkı arttıkça sabit bir şekilde artardı. Bu davranış aşağıdaki gibi açıklanabilir. Bir noktada, hava elektronları ve hava moleküllerinin çekirdekleri üzerindeki elektrik kuvvetleri o kadar güçlühale gelir ki, elektronlar bazı moleküllerden koparılır. Elektronlar daha sonra hangisi pozitif yüklüyse buluta veya yere doğru hızlanır ve pozitif iyonlar bunun tersi yönde hızlanır. Bu yük taşıyıcıları hızlandıkça, hızla büyüyen bir kaskad oluşturan diğer moleküllere çarpar ve iyonize olurlar.

sıvılar

Bir sıvıdaki moleküller birbirlerinin yanından kayabilir, dolayısıyla iyonlar da elektronlar akım taşıyabilir. Saf su zayıf bir iletkendir çünküsu molekülleri elektronlarını güçlübir şekilde tutma eğilimindedir ve bu nedenle hareket edebilecek çok fazla elektron veya iyon yoktur. Bununla birlikte, elektrolit adı verilen ve tipik olarak tuz olan belirli maddelerin küçük bir miktarının eklenmesiyle su oldukça iyi bir iletken olabilir. Örneğin, suya sofra tuzu NaCl'yi eklersek, NaCl molekülleri Na+ ve Cl– iyonlarına dönüşür, bunlar daha sonra hareket edebilir ve akımlar oluşturabilir. Bu nedenle vücudumuzdaki hücreler arasında elektrik akımları akabilir: Hücresel sıvı oldukça tuzludur. Terlediğimizde sadece su değil elektrolit de kaybederiz, bu nedenle dehidrasyon hücrelerimizin elektrik sistemlerine zarar verir. Bu nedenle elektrolitler, ishali olan bebekleri rehidre etmek için sporcu içeceklerine ve formüllerine dahil edilir.

Sıvılardaki akım akışı tüm iyonları içerdiğinden, meydana geldiğinde fiziksel kanıtları görmemiz şaşırtıcı değildir. Örneğin, bir araba akü sübir süre kullanıldıktan sonra, H_2SO_4 aküasidi, akünün içindeki devreyi tamamlayan ana şarj taşıyıcıları olan hidrojen iyonlarını tüketir . Artan SO_4 , pil direklerinde görünür bir mavi kabuk oluşturur.

Machine Translated by Google

Akımların hızı ve elektrik sinyalleri İki bin mil
uzaktaki kayınvalidemle telefonda konuş tuğumda, sinyal ileri geri giderken herhangi bir gecikme fark etmiyorum. Bu nedenle elektrik sinyalleri çok hızlı hareket etmelidir, ancak tam olarak ne kadar hızlı? Cevap oldukça incedir. Somutluk adına, kendimizi metallerdeki elektronlardan oluş an akımlarla sınırlayalım.

Elektronların kendileri sadece belki birkaç derecelik hızlarda hareket etmektedirler. saatte bin mil ve hareketleri çoğunlukla rastgele termal harekettir. Bu, telefonumdaki elektronların, Kaliforniya ve New York arasında sinyalleri taş ıyacak kadar hızlı bir ş ekilde gidip gelemeyeceğini gösteriyor. Saatte bin millik hareketleri rastgele değil de organize edilmiş olsa bile, oraya varmaları yine de birkaç dakika alacaktı.
Gerçekçi olarak, ortalama elektronun yolculuğu yapması bundan daha uzun sürecektir. Teldeki akım, daha hızlı rastgele hareketin üzerine bindirilmiş , saniyede birkaç santimetre mertebesinde bir hızda yalnızca yavaş bir genel sapmadan oluş ur. Bunu ABD nüfusundaki yavaş batıya doğru sürüklenme ile karş ılaş tırabiliriz ABD'deki tüm insanların uzaydan hareketini bir filme çekebilseydik ve yüksek hızda seyredebilseydik, böylece insanlar koş uş turuyormuş gibi görünürdü karıncalar gibi, hareketin oldukça rastgele olduğunu düş ünürdük ve batıya doğru kaymayı hemen fark etmezdik. Ancak yıllar sonra, Sierralar üzerinden batıya gidenlerin sayısının doğuya gidenlerin sayısını aş tığını ve böylece Kaliforniya'nın ülke nüfusundaki payını artırdığını fark edecektik.

Peki elektronların ortalama sürüklenme hızı bu kadar yavaş ken elektrik sinyalleri neden bu kadar hızlı? Cevap, bir elektrik sistemindeki bir bozukluğun, yüklerin kendisinden çok daha hızlı hareket edebilmesidir. Sanki bir boruyu golf toplarıyla doldurup bir ucuna fazladan bir top sokup diğer ucundan bir topun düş mesine neden olmuş gibiyiz. Kuvvet, saniyenin çok küçük bir bölümünde diğer uca yayıldı, ancak toplar bu süre içinde yalnızca birkaç santimetre yol aldı.

Mevcut iletimin gerçekliği çok karmaş ık olduğu için, genellikle teknik olarak yanlış olan zihinsel kısayolları kullanarak ş eyleri tanımlarız. Sadece kısayol olduklarını bildiğimiz sürece bu sorun değil. Örneğin, Fransa ve Rusya cumhurbaş kanlarının el sıkış tığını ve Fransız politikacının istemeden Rusları ş ok eden pozitif bir elektrik yüküaldığını varsayalım. Fransız liderin vücudundaki birbirini iten fazla pozitif yüklüparçacıkların, bir değil iki bedene yayılarak el sıkış mayı bir fırsat olarak gördüğünüsöyleyebiliriz. Gerçekte, bir kiş inin vücudundaki iyonların diğerinin vücudunun derinliklerine kayması birkaç dakika alacaktır. Gerçekte olan ş ey, ş oku alan kiş inin vücudunda zaten serbestçe hareket edebilen çeş itli pozitif ve negatif iyonların olmasıdır. Failin yüklüeli kurbanın terli avucuna dokunmadan önce bile, ş ok edicinin vücudundaki yükler pozitif iyonları itmeye ve diğer kiş ideki negatif iyonları çekmeye baş lar. Anlık ş ok hissi, kurbanın iyonlarının belki bir mikrometre mesafeler kadar ani sıçramasından kaynaklanır; bu etki, diğer kiş iye daha yakın olan el ve kolda daha ş iddetli olmakla birlikte, tüm vücutta aynı anda meydana gelir. .

Machine Translated by Google

3.6 Kalkülüs Uygulamaları

Akımın, yüke göre değişim oranı olarak tanımı olduğu durumda, zaman bir türev cinsinden açıkça yeniden ifade edilebilir. değişim hızı sabit değildir,

$$\text{ben} = \frac{dq}{dt} .$$

Bu, hemen matematikteki püf noktalarını kullanmamıza izin verir.

Örnek

Soru: Yüklübir balon yere düşüyor ve yükü yeryüzüne sızmaya başlar. Diyelim ki üzerindeki ücret balon tarafından $q = ancak^{-bt}$. Akımı zamanın bir fonksiyonu olarak bulun, verilen cevap ve yorumlanır.

Çözüm: Türevini alırsak,

$$\text{ben} = \frac{d}{d}\left(aet^{-bt}\right)$$

$$= -abe^{-bt}$$

Üstel fonksiyon, üs aldığında sıfıra yaklaşır. giderek daha olumsuz. Bu, hem ücretin hem de akımın büyüklüğüzamanla azalır. Yapar balon olduğundan, yükün sıfıra yaklaştığını hissedin şarjını kaybetmek. Yük aynı oranda akamayacağından, akımın büyüklüğünün azalması da mantıklıdır. sonsuza kadar sıfırı aşmadan.

Örnek

Soru: Aşağıda gösterilen ATLAS hızlandırıcısının segmentinde bölüm 3.4, arasında akımın ileri geri aktığını varsayalım. iki silindir zamanın bir fonksiyonu $I = I_{çünkü} bt$. ücret nedir olarak silindirlerden biri tarafından verilmiştir?

Çözüm: Bize akım verildi ve yükübulmak istiyoruz, yani bize türev verildi ve orijinali bulmak istiyoruz türevi veren fonksiyon. Bu, ihtiyacımız olduğu anlamına gelir birleştirmek:

$$q = \int Idt$$

$$= \int a_{çünkü} bt\, dt$$

$$= \frac{a}{b}_{günah} bt + q_{ö} ,$$

nerede $q_{ö}$ bir entegrasyon sabiti.

Bunu neden bir süperiletkenin olduğunu açıklamak için yorumlayabiliriz. kullanılması gerekiyor. Sabit çok büyük b olmalıdır, çünkü akımın milyonlarca kez ileri geri salınması gerekiyordu. ikinci. Nihai sonuca baktığımızda, eğer çok büyükse b sayıdır ve önemli bir yük miktarı olacaksa, o zaman da çok büyük bir a sayı olmalıdır. Sayısal olarak büyükse, a o zaman akım çok büyük olmalıdır, bu yüzden sıradan bir iletkenden akıyorsa hızlandırıcıyı çok fazla ısıtacaktır.

Machine Translated by Google

Özet

Seçilmiş Kelime

akım ..... yükün belirli bir sınırı geçme hızı
amper ..... akımın metrik birimi, bir coulomb pe saniye; ayrıca "amp"
ampermetre ..... elektrik akımını ölçmek için bir cihaz
devre ..... şarjın başladığı yere geri dönebildiği bir elektrikli cihaz puan
ve çıkmaza girmektense geri dönüş türümek
açık devre ..... içinde boşluk olduğu için çalışmayan bir devre
kısa devre ..... şarja düşük direnç verildiği için çalışmayan bir devre
Yapmasını sağlayan yol yerine izleyebileceği "kısayol" yolu
kullanışlı bir şey
gerilim ..... bir birim şarjın sahip olacağı elektriksel potansiyel enerji
uzayda belirli bir noktada yüklüparçacık
volt ..... gerilimin metrik birimi, bir joule kulomb başına
voltmetre ..... voltaj farklarını ölçmek için bir cihaz
ohmik ..... iki nokta arasındaki akımın aktığı bir maddeyi tanımlar.
aralarındaki voltaj farkıyla orantılıdır
direnç .....
omik bir madde
ohm ..... elektrik direncinin metrik birimi, başına bir volt amper

gösterim

ben ..... akım
A ..... amper birimi
V ..... voltaj
V ..... volt birimi
R ..... direnç
Ω..... ohm birimi

Kullanılan Notasyon ve Terminoloji Diğer kitaplar

burada kullanılan daha gayri resmi "voltaj" yerine elektrik potansiyeli .....; yanıltıcı olmasına rağmen
adı, elektrik potansiyel enerjisi ile aynı değildir
eV ..... e ile 1 voltun çarpımına eşit bir enerji birimi ; 1,6x10 –19 jul

Özet

Tüm elektriksel fenomenler, yükün varlığından veya hareketinden ortaya çıkanlar bakımından birbirine benzer. en pratik elektrikli cihazlar, tam bir devre etrafındaki yükün hareketine dayanır, böylece yük geri dönüş türülür ve çıkmaz sokaklara çarpmaz. Yük akışının en kullanışlı ölçüsüakımdır, / $I = \frac{q}{t}$.

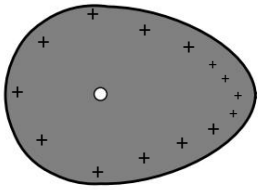
İş i enerjiyi bir biçimden diğerine dönüştürmek olan bir elektrikli aygıt, örneğin bir ampul, hem şarjın içinden ne kadar hızlı aktığına hem de ne kadar iş olduğuna bağlı bir oranda güç her bir şarj biriminde yapılır. İkinci miktar, nokta arasındaki voltaj farkı olarak bilinir. akım cihaza girer ve akımın cihazdan çıktığı noktadır. Bir tür potansiyel olduğu için elektrik kuvvetleriyle ilişkili enerji, yaptıkları iş miktarı potansiyeldeki farka eşittir. iki nokta arasındaki enerji ve bu nedenle voltaj farklılıklarını doğrudan potansiyel olarak tanımlarız. $V_{\text{İÇİNDE}} = \frac{W_{\text{ÜZERİNDE}}}{q}$ elektrik. Güç kaybı oranı enerjidir, $P = I_{\text{İÇİNDE}}$.

Birçok önemli elektrik olayı ancak akımın mekanizmalarını anlarsak açıklanabilir. Atom seviyesinde akış . Metallerde akımlar elektronlar, sıvılarda iyonlar tarafından taşınır. Gazlar normalde atomları o kadar yoğun elektrik kuvvetlerine maruz kalmadıkça zayıf iletkenler iyonize.

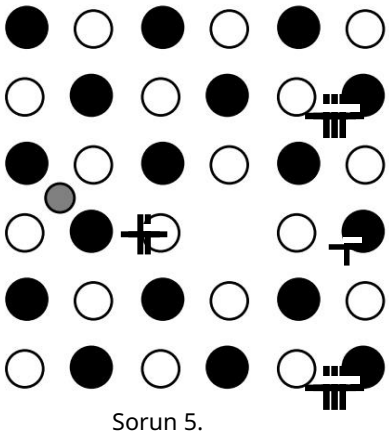
Tüm katılar da dahil olmak üzere birçok madde, elektrik kuvvetlerine, akımın akışını sağlayacak şekilde tepki verir. iki nokta arasındaki voltaj farkı, bu noktalar arasındaki voltaj farkıyla orantılıdır. Böyle bir madde denir ohmik ve ohmik bir maddeden yapılmış bir nesne direnci açısından derecelendirilebilir, /. Bir $R = \frac{V_{\text{İÇİNDE}}}{I}$ Bunun önemli sonucu, =0 ile mükemmel bir iletkenin içinde her yerde sabit gerilime sahip olması gerektiğidir.

Machine Translated by Google

Ödev Sorunları



Sorun 3.



Sorun 5.

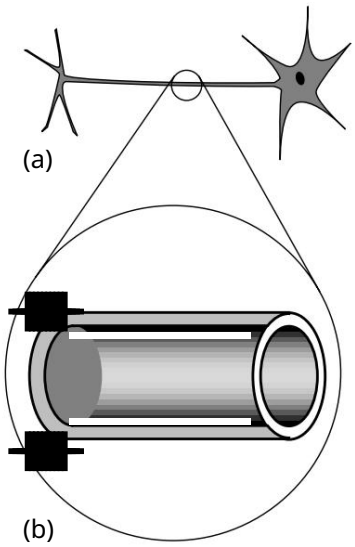
1. Bir direncin üzerinde bir V voltaj farkı vardır ve bu da I akımının akmasına neden olur . (a) Isı olarak yaydığı güç için sadece I ve R değişkenleri cinsinden, V'yi ortadan kaldırarak bir denklem bulun. (b) Evinize gelen bir elektrik hattı belirli bir miktarda akım taşıyacaksa, a şıkkındaki denkleminizi yorumlayarak telin direncinin küçük müyoksa büyük müolması gerektiğini açıklayın. 2. (a) Bir direnç tarafından harcanan gücü, I'yi ortadan kaldırarak yalnızca R ve V cinsinden ifade edin. (b) Evinizdeki elektrik prizleri çoğunlukla 110 V'tur, ancak elektrikli sobalar, klimalar ve yıkayıcılar için devreler ve kurutucular genellikle 220 V'tur. İki tür devrede farklı şekilli prizler bulunur. 110 V'luk bir prize takılabilmesi için bir kurutucunun fişini yeniden bağladığınızı varsayalım. Kurutucunun ısıtma elemanını oluşturan direnç normalde 200 W çekerdi. Şimdi gerçekte ne kadar güç çekiyor?

3. Metinde tartışıldığı gibi, bir iletken, yükünün durgun olduğu bir dengeye ulaştığında, içindeki bir yük üzerinde her zaman sıfır elektrik kuvveti vardır ve herhangi bir fazla yük, kendisini yüzeyde yoğunlaştırır. Yüzey yük tabakası, iç kısımdaki herhangi bir noktada sıfır toplam kuvvet üretecek şekilde kendini düzenler. (Aksi takdirde iç kısımdaki serbest yük duramazdı.) Diyelim ki şekildeki gibi gözyaşı damlası şeklinde bir iletkeniniz var. Gözyaşı damlası iletken olduğundan, içinde her yerde serbest yükler vardır, ancak beyaz daire ile gösterilen yerde serbest yüklü bir parçacık düşünün. Bu parçacık üzerinde sıfır kuvvet oluşturmak için, gözyaşı damlasının sivri kısmındaki yüzey yük tabakasının neden daha yoğun olması gerektiğini açıklayın. (Benzer mantık, paratonerlerin neden noktalarla yapıldığını gösterir. Yüklüfırtına bulutları, pozitif ve negatif yüklerin çubuğun zıt uçlarına hareket etmesine neden olur. Çubuğun sivri üst ucunda, yük, noktada yoğunlaşma eğilimindedir ve bu yük yıldırımı çeker.)

4. Sorun 3'ün sonucunu ch'de kullanın. 1, bir Q nokta yükünden r mesafesindeki uzayda bir noktadaki voltajın denklemini bulmak için. (V=0 uzaklığınızı istediğiniz herhangi bir yere getirin.) 5« . Sodyum klorür kristali ile ilgili 1. bölümdeki ödev problemine geri dönersek, lityum iyonunun kapladığı boşluktan en yakın dört komşu boşluktan birine atlayacağını varsayalım. Hangisine atlayacak ve dinlenmeden başlarsa, oraya vardığında ne kadar hızlı gidecek? (Bundan sonra hareket etmeye ve hızlanmaya devam edecek ama bu bizi ilgilendirmiyor.) [İpucu: Yaklaşım diğer problem için kullanılana benziyor, ancak kuvvet yerine voltaj ve potansiyel enerji ile çalışmak istiyorsunuz.]

SA çözümükitabın arkasında verilmiştir. « Zor bir sorun. Bilgisayarlı cevap kontrolümevcuttur. Hesap gerektiren bir problem.

Machine Translated by Google



Sorun 6.

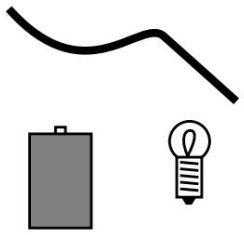
6 . Bölüm 1'deki ev ödevi probleminden eski dostumuz nörona geri dönersek, şimdi sinir bilgi iletmek için uyarıldığında ne olduğunu düşünelim. Tepedeki (hücre gövdesi) blob uyarıldığında, Na+ iyonlarının kuyruğun tepesine (akson) hücum etmesine neden olur. Bu elektrik darbesi daha sonra, bir sigortanın ucundan yanan bir alev gibi akson boyunca ilerler ve her noktadaki Na+ iyonları önce dışarı çıkar ve sonra geri gelir. 1010 Na+ iyonu hücre zarını 0,5 ms'de geçerse , ne miktarda akım oluşturulur?

7 . Tipik bir ampul 110 V'luk bir ev devresinden yaklaşık 900 mA çekiyorsa, direnci nedir? (Alternatif akım olduğu için endişelenmeyin.)

8 . Bugün, Cadillac gibi büyük bir lüks otomobil bile, farları, elektrikli camları vb. çalıştırmaktan çok daha fazlasını yapması gerekmediğinden, gücünispeten düşük bir elektrik sistemine sahip olabilir. yaklaşık beş kat daha güçlüelektrikli sistemlere sahip otomobiller yapmaya başlamayı planlıyor. Bu, su pompası gibi bazı enerji israf eden parçaların elektrik motorlarında çalıştırılmasına ve gerekmediğinde kapatılmasına izin verecektir - şu anda doğrudan motordan gelen şaftlar üzerinde çalıştırıldığı için kapatılamazlar. Valfler elektrikle çalıştırılabildiğinden, bir stop lambasında kapanabilen ve daha sonra marşa basmadan tekrar açılabilen bir motor yapmak bile mümkün olabilir. Mevcut otomobillerin elektrik sistemlerinde 12 voltluk piller (14 voltluk şarj cihazlarıyla), ancak yeni sistemlerde 36 voltluk piller (42 voltluk şarj cihazlarıyla) olacak. (a) Yeni bir arabadaki pilin, eski arabadaki ilgili cihazla aynı miktarda güç gerektiren bir cihazı çalıştırmak için kullanıldığını varsayalım. Yukarıdaki örnek rakamlara göre, yeni arabalardan birinde tellerin ele aldığı akımlar, eski arabalardaki akımlarla nasıl karşılaştırılır? (b) Daha büyük voltajın gerçek amacı, daha fazla güce ihtiyaç duyan cihazları idare etmektir. Gerilimi artırmadan gücüartırmak yerine neden 36 voltluk pillere geçme kararı aldıklarını tahmin edebiliyor musunuz? 9«. (a) Bir LP kaydını kılıfından çıkarıyorsunuz ve 1 nC statik yük alıyor. 331 / rpm normal hızında oynuyorsunuz ve bir daire içinde hareket eden yaklaşık bir elektrik akımı oluşturuyor. Amper cinsinden akım nedir? (b) Atomun gezegen modeli, elektronların yörüngelerinin yarıçapı için herhangi bir değerle çalıştırılabilse de, bu derste daha sonra inceleyeceğimiz daha gelişmiş modeller kesin yarıçapları tahmin eder. Elektronun, 0,05 nm yarıçaplı bir yörüngede 2,2x106 m/s hızla protonun etrafında döndüğüdüşünülürse , hangi elektrik akımı oluşur?

10. Isı yayan dirençlerden bahsettik , yani P=I V'nin her zaman sıfırdan büyük olduğunu varsaydık. I V bir direnç için negatif olabilir mi ? Eğer öyleyse, ısıyı dağıtmak yerine emecek şekilde bir direnç bağlayarak bir buzdolabı yapılabilir mi?

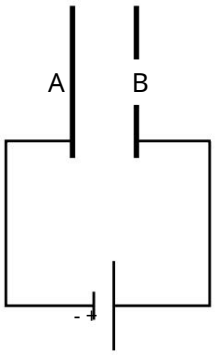
Machine Translated by Google



Sorun 11.

11. Size bir pil, bir el feneri ampulüve bir tek parça tel verilir. Bu öğelerin ampulün yanmasına neden olacak en az iki konfigürasyonunu ve ampulüyakmayacak en az iki konfigürasyonu çizin. (Şema çizmeyin.) Neler olduğundan emin değilseniz, materyalleri eğitmeninizden ödünç alın ve deneyin. Ampulün iki elektrik kontağı olduğunu unutmayın: biri dişli metal kılıf ve diğeri uçtur. [Arnold Arons'ın sorunu.]

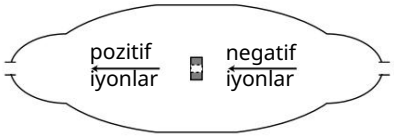
12 S. 1.0 pA akım taşıyan bir telde, bir sonraki elektronun belirli bir noktadan geçmesi için ortalama ne kadar beklemeniz gerekir? Cevabınızı mikrosaniye cinsinden ifade edin.



Sorun 13.

13 S. Şekil, Thomson deneyinde kullanılan veya bir TV tüpünde elektron ışını oluşturan gibi bir elektron tabancasının basitleştirilmiş bir diyagramını göstermektedir. Negatif elektrottan (katot) kendiliğinden ortaya çıkan elektronlar, daha sonra içinde bir delik bulunan pozitif elektrota hızlandırılır. (Delikten çıktıklarında yavaşlayacaklardır. Bununla birlikte, iki elektrot birbirine oldukça yakınsa, bu yavaşlama küçük bir etkidir, çünküelektronun maruz kaldığı çekici ve itici kuvvetler birbirini iptal etme eğilimindedir.) (a.) Elektrotlar arasındaki voltaj farkı V ise, B noktasından çıkan bir elektronun hızı nedir?

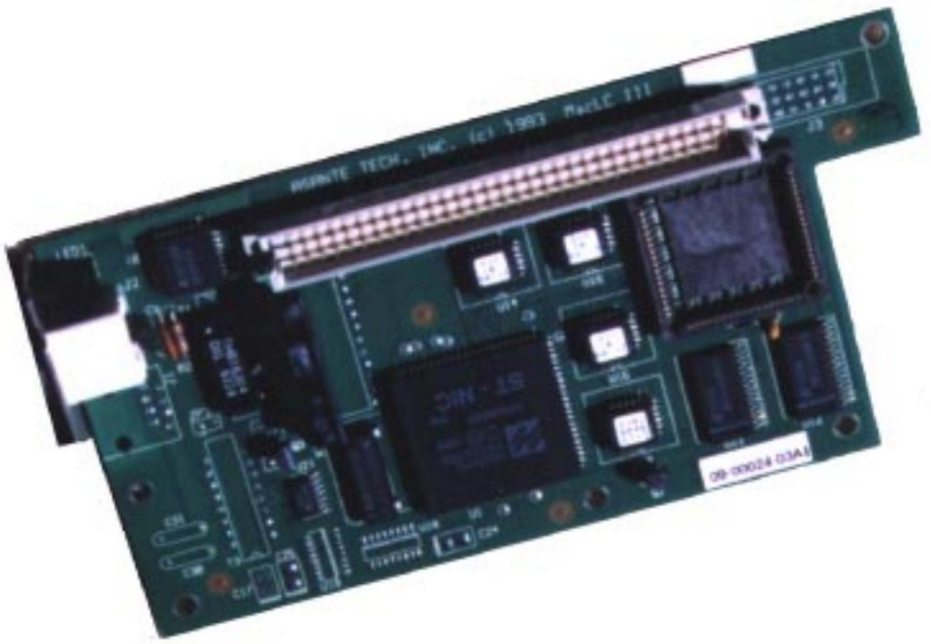
(A noktasındaki başlangıç hızının ihmal edilebilir olduğunu varsayın.) (b) İfadenizi V=10 kV olduğu durumda sayısal olarak değerlendirin ve ışık hızıyla karşılaştırın.



Sorun 14.

14. Şekil, iyon demetlerini ışık hızının %1'i kadar hızlandırmak için kullanılan, tandem hızlandırıcı adı verilen bir aygıtın basitleştirilmiş bir diyagramını göstermektedir. Bu iyonların çekirdekleri, bir hedefteki atomların çekirdekleriyle çarpışır ve çekirdek yapısını inceleyen deneyler için nükleer reaksiyonlar üretir. Hızlandırıcının dış kabuğu, sıfır voltajda (yani, Dünya ile aynı voltajda) bir iletkendir. "Terminal" olarak bilinen merkezdeki elektrot, yüksek bir pozitif voltajda, belki de milyonlarca voltta. –1 birim yüklünegatif iyonlar (yani fazladan bir elektrona sahip atomlar), sağ tarafta sahne dışında üretilir, tipik olarak, elektronları vermek için güçlübir eğilimi olan kimyasal bir element olan sezyum ile kimyasal reaksiyonlar yoluyla. Bu -1 iyonlarını hızlandırıcıya taşımak için nispeten zayıf elektrik ve manyetik kuvvetler kullanılır ve burada terminale çekilirler. Terminalin merkezinde iyonların geçmesine izin vermek için bir delik olmasına rağmen, orada fiziksel olarak nüfuz etmeleri gereken çok ince bir karbon folyo vardır. Folyodan geçmek, bazı elektronları koparır, atomu temel yükün +n katı olan bir pozitif iyona dönüştürür. Artık atom pozitif olduğuna göre, terminal tarafından itilir ve hızlandırıcıdan çıkarken biraz daha hızlanır. (a) Ortaya çıkan pozitif iyon demetinin hızını, v'yi, n, kütleleri m, uç gerilimi V ve temel sabitler cinsinden bulun. Sıyırıcı folyodaki elektron kaybının neden olduğu kütledeki küçük değişimi ihmal edin. (b) Protonları protonlarla kaynaştırmak için, ışık hızının yaklaşık %11'i kadar bir minimum ışın hızı gereklidir. Bu durumda hangi terminal voltajına ihtiyaç duyulur?

Machine Translated by Google



4 Devre, Bölüm 2

Önceki bölümde kendimizi nispeten basit devrelerle sınırladık, esasen bir pil ve tek bir ampulden başka bir şey değil. Bu bölümün amacı, seri, paralel veya her ikisinde birden fazla direnç veya gerilim kaynağı içeren daha karmaşık devreleri size tanıtmaktır.

Neden bu şeyleri bilmeniz gerekiyor? Sonuçta, elektrik mühendisi olmayı planlıyor olsaydınız, muhtemelen bu kitaptan fizik öğrenmeyecektiniz. Bununla birlikte, bir lambayı veya radyoyu her taktığınızda, bir ev devresine bir devre elemanı eklediğinizi ve onu daha karmaşık hale getirdiğinizi düşünün. Elektrik güvenliği de, çok elemanlı devreleri anlamadan gerçekten anlaşılamaz, çünküşoka uğramak genellikle en az iki parça içerir: güç kullanması gereken cihaz artı tehlikedeki kişinin vücudu. Yaşam bilimleri alanında okuyan bir öğrenciyseniz, tüm hücrelerin doğal olarak elektriksel olduğunu ve bu nedenle herhangi bir çok hücreli organizmada çeşitli seri ve paralel devrelerin olacağını anlamalısınız.

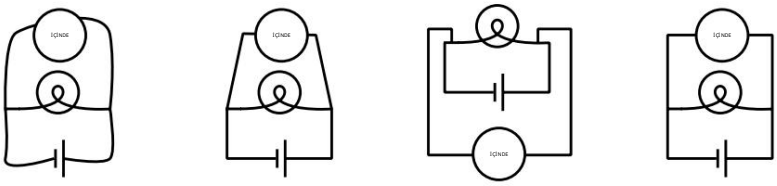
Bu pratik amaçların dışında bile, bu bölümüokumanın çok temel bir nedeni var: Bir önceki bölümüdaha iyi anlamak.
Çalışmalarının bu noktasında, öğrencilerin gerilim ve akım kavramlarıyla henüz tam olarak rahat ve akıcı olmadıklarını gösteren sözcükleri ve akıl yürütme biçimlerini kullandıklarını her zaman gözlemliyorum. “Voltaj ve akım aynı fikir değil mi?” Diye soruyorlar. Bir ampulden "geçen" voltajdan bahsediyorlar. Becerilerini daha karmaşık devrelerde geliştirmeye başladıklarında, güvenlerinin ve anlayışlarının her zaman ölçülemeyecek kadar arttığını görüyorum.

Machine Translated by Google

4.1 Şemalar

Bir satranç pozisyonu görüyorum; Kasparov, ilginç bir Ruy Lopez varyasyonu görüyor. Deneyimsiz biri için bir şema, Maya hiyeroglifleri kadar anlaşılmaz görünebilir, ancak biraz göz eğitimi bile anlamını sayfadan çıkarmak için uzun bir yol kat edebilir. Şematik, bir devrenin stilize ve basitleştirilmiş bir çizimidir. Amaç, ilgili olanların daha kolay seçilebilmesi için, alakasız özellikleri olabildiğince ortadan kaldırmaktır.

Alakasız bir özelliğe bir örnek, fiziksel şekil, uzunluk ve bir telin çapı. Hemen hemen tüm devrelerde, tellerin mükemmel iletkenler olduğunu varsaymak iyi bir yaklaşımdır, böylece diğer bileşenler tarafından kesilmeyen herhangi bir tel parçası boyunca sabit voltaj bulunur. Örneğin telin uzunluğunun değiştirilmesi bu gerçeği değiştirmez. (Elbette, telefon hattında olduğu gibi, kilometrelerce kablo kullansaydık, telin direnci artmaya ve uzunluğu önemli olmaya başlardı.) Tellerin şekilleri de aynı şekilde önemsizdir, bu yüzden onları çiziyoruz. sadece dikey ve yatay çizgilerden oluşan, içlerinde dik açılı kıvrımlar olan standartlaştırılmış, stilize şekiller. Bu, benzer devreleri daha çok benzer hale getirme etkisine sahiptir ve tıpkı bir gazetedeki kelimelerin elle yazılmış olanlardan daha kolay tanınması gibi, tanıdık kalıpları tanımamıza yardımcı olur. Rakamlar reklam bu kavramların bazı örneklerini göstermektedir.

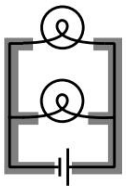


(yanlış: Tellerin şekilleri alakasız

(b) yanlış: Meli dik açıları kullanın.

(c) yanlış: Basit bir kalıbın alışılmadık görünmesini sağlar.

(d) sağ



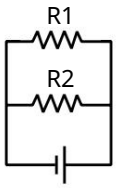
(ve)

Şema okumayı öğrenmenin en önemli ilk adımı öğrenmektir. boyunca sabit voltaja sahip olması gereken bitişik tel parçalarını tanımak. Örneğin, şekil (e)'de, gölgeli iki E-şekilli tel parçasının her biri sabit voltaja sahip olmalıdır. Bu, dikkatimizi tahmin edebilmek istediğimiz iki ana bilinmeyene odaklar: sol elin voltajı E ve sağdakinin voltajı.

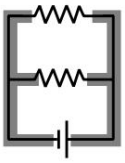
Machine Translated by Google

4.2 Paralel Dirençler ve Kavşak Kuralı

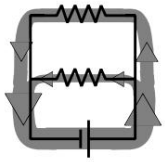
(f)



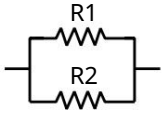
(g)



(h)



(i)



Analiz edilecek en basit örneklerden biri paralel direnç devresidir. hangi şekil (e) bir örnekti. Genel olarak, (f)'deki gibi eşit olmayan R1 ve R2 dirençlerine sahip daha bir devrede (g), eşdeğer iki sahip aralarında aynı voltaj farkı vardır. Bir pil normalde, kendisi için tasarlandığı voltaj farklılıklarını korumayı başarır, bu nedenle dirençlerdeki V1 ve V2 voltaj düşüşlerinin her ikisi de bataryanın voltajına eşit olmalıdır:

$$V1 = V2 = Vpil .$$

Böylece her direnç, devredeki tek dirençmiş gibi aynı voltaj farkını hisseder ve Ohm yasası bize her birinden geçen akımın miktarının da tek bir direnç devresinde olacağıyla aynı olduğunu söyler. Bu nedenle ev elektrik devreleri paralel olarak bağlanır.
Diğer cihazların prize takılı veya takılı olmamasına, açık veya kapalı olmasına bakılmaksızın her cihazın aynı şekilde çalışmasını istiyoruz. (Elektrik şirketi elbette pil kullanmıyor, ancak analizimiz sabit voltaj sağlayan herhangi bir cihaz için aynı olacaktır.)

Tabii ki elektrik şirketi, evdeki her ışığı ne zaman açtığımızı söyleyebilir. Nasıl biliyorlar? Cevap, daha fazla akım çekmemizdir. Her direnç belirli bir miktarda akım çeker ve sağlanması gereken miktar iki ayrı akımın toplamıdır. Akıntı ikiye ayrılan bir nehir gibidir (h) ve sonra tekrar birleşir. toplam akım

$$\text{Toplam} = I1 + I2 .$$

Bu, bağlantı kuralı olarak adlandırılan genel bir gerçeğe bir örnektir:

> **kavşak kuralı**
> Yük depolamayan veya serbest bırakmayan herhangi bir devrede, yükün korunumu, herhangi bir bağlantıdan akan toplam akımın, içeri akan toplam akımla aynı olması gerektiği anlamına gelir.

Devremizin analizine geri dönersek, Ohm yasasını her dirence uygularız ve sonuç olarak

$$_{\text{toplam}} = V/R1 + V/R2$$

$$1 = V\left(\frac{}{R1} + \frac{1}{R2}\right) .$$

Elektrik şirketi söz konusu olduğunda, tüm eviniz eşdeğer direnç olarak adlandırılan R direncine sahip tek bir dirençtir. Ohm yasasını şöyle yazarlardı:

$$_{\text{toplam}} = V/R ,$$

önceki ifadeyle karşılaştırarak eşdeğer direnci belirleyebileceğimiz:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}$$

Machine Translated by Google

$$R = \left(\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}\right)^{-1}$$

[paralel bağlı iki direncin eş değer direnci]

Paralel bağlı iki direnç, (i), bir değere sahip tek bir dirence eş değerdir yukarıdaki denklem ile verilir.

Örnek: aynı ev devresinde iki lamba
Soru: Aynı ev tutma devresinde bulunan iki lambayı açıyorsunuz. Her birinin direnci 1 ohm'dur. Nedir
eş değer direnç ve güç kaybı nasıl
tek bir lamba durumu ile karşılaştırın?
Çözüm: Paralel bağlı iki lambanın eş değer direnci
dır-dır

$$R = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{1\ \text{Ohm}} + \frac{1}{1\ \text{Ah}}\right)^{-1}$$

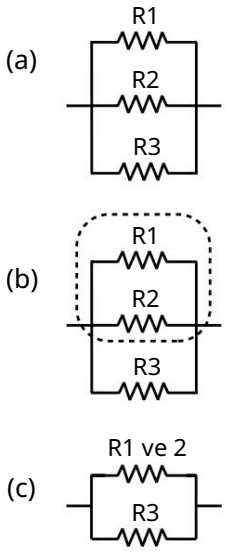
= (1 Ω –1 + 1 Ω –1)–1
= (2 Ω –1) –1
= 0,5 Ω

Tüm devredeki voltaj farkı her zaman 110'dur.
Elektrik şirketi tarafından ayarlanan V (alternatif akım, ancak bu alakasız). Tüm devrenin direnci kesildi
ikinci lambayı açarak yarısı, bu nedenle sabit miktarda voltaj
iki kat daha fazla akım üretecektir. Akan akımın iki katı
aynı voltaj farkı karşısında iki kat daha fazla güç anlamına gelir
mantıklı olan dağılma.

Direncin yarısının kesilmesi birçok öğrenciyi şaşırtıyor, çünkübiz ikinci lambayı takarak devreye "daha fazla direnç katıyorlar". Eş değer direnç neden dirençten daha az çıkıyor? tek bir lambadan mı? Bu, tamamen sözel akıl yürütmenin yanlış yönlendirebileceği bir durumdur. Bir ampulün filamanı gibi dirençli bir devre elemanı, ne mükemmel bir yalıtkan ne de mükemmel bir iletken. Bunu analiz etmek yerine "dirençler" açısından devre tipi, yani kısmi yalıtkanlar, sahip olabilirdik "iletkenler"den söz edilir. Bu örnek daha sonra makul görünebilir, çünkü "daha fazla iletkenlik ekledik" ama o zaman yanlış olur Aşağıda tartışılan serideki dirençlerin durumuyla ilgili beklenti bölüm.

Belki de bunun hakkında düşünmenin daha verimli bir yolu mekanik kullanmaktır. sezgi. Benzer şekilde, burun delikleriniz içlerinden geçen hava akışına direnir, ancak iki burun deliğine sahip olmak nefes almayı iki kat daha kolay hale getirir.

Machine Translated by Google



Örnek: paralel üç direnç
Soru: Üç veya daha fazla direncimiz varsa ne olur?
paralel?
Çözüm: Bu önemli bir örnek çünküçözüm
devreleri anlamak için önemli bir teknik içerir:
onları daha küçük parçalara ayırmak ve basitleş tirmek
o parçalar. (a) devresinde, paralel üç dirençle,
Dirençlerden ikisini tek bir büyük direnç oluş turduğunu düş ünebilir,
(b), eş değer dirençle

$$R_{1 \text{ ve } 2} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} .$$

Daha sonra devreyi (c)'de gösterildiği gibi basitleş tirebiliriz, böylece
devre sadece iki direnç içerir. eş değer direnci
tüm devre daha sonra tarafından verilir

$$R_{1,\,2 \text{ ve } 3} = \left(\frac{1}{R_{1 \text{ ve } 2}} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} .$$

yerine koyma $R_{1 \text{ ve } 2}$ ve basitleş tirerek, sonucu buluruz

$$R_{1,\,2 \text{ ve } 3} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} ,$$

ki muhtemelen tahmin edebilirdin. ilginç nokta
burada matematiksel değil, böl ve yönet kavramı var.
sonuç.

Örnek: paralel olarak rastgele sayıdaaynı direnç
Soru: N özdeş direncin direnci nedir?
paralel?
Çözüm: İki ve üç direnç için sonuçları genelleş tirirsek,
Sahip olmak

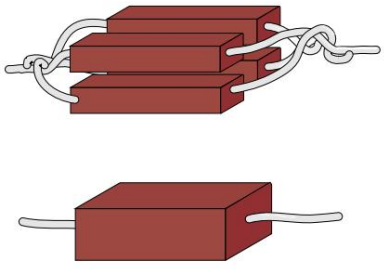
$$R_N = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots \right)^{-1} ,$$

burada "...", toplamın tüm dirençleri içerdiği anlamına gelir. eğer tüm
dirençler aynıdır, bu olur

$$R_N = \left(\frac{N}{R} \right)^{-1} = \frac{R}{N}$$

Örnek: direncin kesit alanına bağımlılığı
Bir cismin elektriksel olduğu gerçeğine kısaca değindik.
direnç, boyutuna ve ş ekline bağlıdır, ancak ş imdi hazırız
hakkında daha fazla matematiksel ifadeler yapmaya baş lamak için. Olarak
Ş ekil tarafından önerilen, dirençlerin enine kesitini artıran
alan, paralel olarak daha fazla direnç eklemeye eş değerdir;
direncinde genel bir azalmaya yol açar. Herhangi bir gerçek direnç
düz, paralel kenarlar çok sayıda parçaya bölünebilir
her biri, örneğin 1 µm2'lik bir kesit alanına sahip parçalar . bu
Bu dilimlerin sayısı, direncin toplam kesit alanıyla orantılıdır ve
N,
sonucun uygulanmasıyla
önceki örnekte bu nedenle, bir
cismin kesit alanı ile ters orantılıdır.

Benzer bir iliş ki su boruları için de geçerlidir.
neden yüksek akış lı ana hatların büyük bir kesite sahip olması gerekiyor?
alanlar. İnce bir borudan bol miktarda su (akım) akış ı sağlamak için,
pratik olmayan büyük bir basınç (voltaj) farkına ihtiyacımız var.



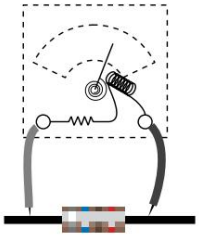
Dört direnci paralel olarak birleş tirmek
tek bir direnç yapmaya eş değer
aynı uzunlukta ama dört katı
kesit alanı. Sonuç
dörtte biri ile bir direnç yapın
direnç.

Machine Translated by Google

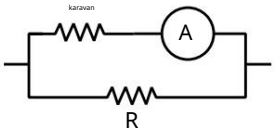
Örnek: yanlış okumalar bir voltmetre

Bir voltmetre aslında sadece dahili bir dirence sahip bir ampermetredir ve voltaj farkını ölçmeye çalıştığımız şeye paralel olarak bir voltmetre kullanırız. Bu, bir direnç üzerindeki voltaj düşüşünü her ölçtüğümüzde, esasen iki direnci paralel olarak yerleştirdiğimiz anlamına gelir. Voltmetrenin içindeki ampermetre, devrede akımın nasıl aktığını analiz etmek amacıyla göz ardı edilebilir, çünkü esasen çok düşük dirençli sargılı bir teldir.

(a)



(b)



Bir voltmetre gerçekten dahili bir dirence sahip bir ampermetredir. Bir direnç (a) üzerindeki voltaj farkını ölçtüğümüzde, gerçekten paralel bir direnç devresi (b) oluşturuyoruz.

Şimdi, bu ölçümü daha büyük bir devrenin parçası olan bir direnç üzerinde yapıyorsak, ölçüm eylemimiz aracılığıyla devrenin davranışını değiştirmiş oluyoruz. Sanki ve paralel olarak direnç eş değer direncini değiştirerek devreyi değiştirmişiz gibi. Bu nedenle voltmetreler mümkün olan en büyük iç direnç [illegible] sahip bir voltmetre kullanırsak, eş değer direnç 0.999999 Ω'dur ve bu önemli olacak kadar farklı değildir. Ancak, 2 MΩ'luk bir direnç üzerindeki voltaj düşüşünü ölçmek için aynı voltmetreyi kullanmayı deneseydik, devrenin o kısmının direncini üç kat azaltmış olurduk, bu da devrenin davranışında büyük bir değişiklik yaratırdı. tüm devre.

Bu, havada iki farklı nokta arasındaki veya bir tahta parçasının uçları arasındaki voltaj farkını ölçmek için bir voltmetre kullanamamanızın nedenidir. Etrafımızdaki dünya sabit voltajlı bir ortam olmadığı için, bunu yapmak kesinlikle aptalca bir şey değildir, en uç örnek bir elektrik fırtınasının demlenmesidir. Ancak havanın veya ahşabın direnci birçok gigaohm olduğu için sıradan bir voltmetre ile çalışmayacaktır. Havada bir çift voltmetre sondasını sallamanın etkisi, ayrılmış pozitif ve negatif yükler için yeniden bir araya gelme yolu sağlamamızdır - havaya kıyasla iyi bir iletken olan voltmetrenin kendisi aracılığıyla. Bu, ölçmeye çalıştığımız voltaj farkını sıfıra indirir.

Genel olarak, probları arasında bir açık devre (veya çok büyük bir direnç) ile kurulmuş bir voltmetrenin "yüzer" olduğu söylenir. Burada açıklanan türden eski moda bir analog voltmetre, rafta otururken olduğu gibi, havada asılı bırakıldığında sıfır okuyacaktır. Yüzen bir dijital voltmetre genellikle bir hata mesajı gösterir.

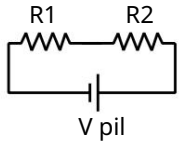
Machine Translated by Google

4.3 Serisi Dirençler

İki temel devre düzeni paralel ve seridir, bu nedenle serideki bir çift direnç, (a), yapabileceğimiz en temel devrelerden bir diğeridir. Şarjın korunumuna göre, bir dirençten geçen akımın tamamı aynı zamanda diğerinden de akmalıdır (aküden olduğu gibi):

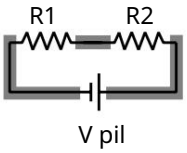
$$I1 = I2 .$$

(a)



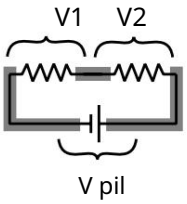
İki direnç değeri hakkındaki bilgilerin faydalı olmasının tek yolu, her bir direncin direncini içinden geçen akım ve üzerindeki voltaj farkıyla ilişkilendirecek olan Ohm yasasını uygulayabilmemizdir. Şekil (b) üç sabit voltaj alanını göstermektedir. Voltaj farkları, voltajlardan fiziksel olarak daha önemlidir, bu nedenle şekil (c)'de iki direnç arasındaki voltaj farkları için semboller tanımlarız.

(b)



Her olası çift arasındaki voltaj farkı için sembollerle birlikte üç sabit voltaj alanımız var. Bu üç voltaj farkı birbiriyle ilişkili olmalıdır. Sanki size Fred'in Ginger'dan bir ayak daha uzun olduğunu, Ginger'ın Sally'den bir ayak daha uzun olduğunu ve Fred'in Sally'den iki fit daha uzun olduğunu söylüyorum. Bilgi gereksiz ve üçüncüyü çıkarmak için gerçekten sadece üç veri parçasından ikisine ihtiyacınız vardı. Voltaj farklılıklarımız olması durumunda,

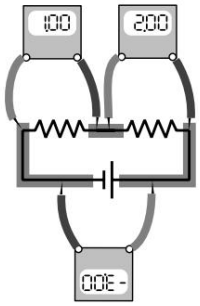
(c)



$$\left| V1 \right| + \left| V2 \right| = \left| Vpil \right| .$$

Mutlak değer işaretleri, voltaj farklılıklarımızı nasıl tanımladığımızdaki belirsizlikten kaynaklanmaktadır. Voltmetrenin iki sondasını ters çevirirsek, zıt işaretli bir sonuç alırdık. "V" fişine bağlanan telin voltajı "COM" fişine bağlı olandan daha düşükse, dijital voltmetreler aslında ekranda bir eksi işareti verecektir. Analog voltmetreler, negatif voltajları ölçmek için kullanmayı denerseniz, iğneyi bir pime tutturur, bu nedenle kabloları doğru şekilde bağlamak için kemanlamanız ve ardından gerekli eksi işaretini kendiniz sağlamanız gerekir.

(d)



Şekil (d), işaretlerdeki belirsizliğin üstesinden gelmenin standart bir yolunu göstermektedir. Döngüetrafındaki üç voltaj ölçümünün her biri için aynı probu (koyu olanı) saat yönünde tutuyoruz. Sanki voltmetre devrenin etrafında bir yengeç gibi yan dönüyor, hiç "bacaklarını geçmiyor". Bu konvansiyonla, voltaj düşüşleri arasındaki ilişki şu şekilde olur:

$$V1 + V2 = - Vpil ,$$

veya daha simetrik biçimde,

$$V1 + V2 + Vpil = 0$$

Daha genel olarak, bu, devreleri analiz etmek için döngükuralı olarak bilinir:

döngükuralı

Artı ve eksi işaretleri için standart kuralı varsayarsak, bir devredeki herhangi bir kapalı döngüetrafındaki voltaj düşüşlerinin toplamı sıfır olmalıdır.

Machine Translated by Google

Döngükuralına bir istisna aramak, zam istemek gibi olur
bu tamamen yokuş aş ağı olurdu ve bu baş langıcına geri dönerdi
puan!

Analiz etmeye baş ladığımız devre için denklem

$$V1 + V2 + Vpil = 0$$

ş imdi her dirence Ohm kanunu uygulanarak yeniden yazılabilir:

$$I\,1R1 + I\,2R2 + Vpil = 0 \quad \cdot$$

Akımlar aynıdır, bu yüzden onları çarpanlarına ayırabiliriz:

$$V(E\,1 + R2) + Vpil = 0 \quad ,$$

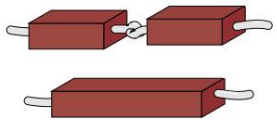
ve bu, bir ş eyi analiz ediyor olsaydık elde edeceğimiz sonucun aynısıydı.
R1 +R2 dirençli tek dirençli devre . Böylece eş değer direnç
Seri bağlı dirençler dirençlerinin toplamına eş ittir.

Örnek: seri bağlı iki ampul
Soru: İki özdeş ampul seri olarak yerleş tirilirse nasıl olur?
parlaklıkları tek bir ampulün parlaklığıyla kıyaslanabilir mi?
Çözüm: Bir bütün olarak ele alındığında, ampul çifti iki katına çıkmış gibi davranır.
direnç, böylece duvardan yarısı kadar akım çekeceklerdir.
Her ampul, tek bir ampulden daha kısık olacaktır.

Devre tarafından harcanan toplam güç 'dir. gerilim İÇİNDE
tüm devre boyunca düş üş öncekiyle aynıdır, ancak
akım yarıya düş er, bu nedenle iki ampullüdevre toplamın yarısını çeker
tek ampul devresi olarak güç. Her ampul dörtte birini çeker.
normal güç.

Kabaca konuş ursak, bunun bir sonuçla sonuçlanmasını bekleyebiliriz.
her ampulün ürettiği ış ığın çeyreği, ancak gerçekte
ampuller, güçlerinin oldukça yüksek bir yüzdesini
Görünmeyen ısı formu ve ış ığın dalga boyları (kızılötesi
ve ultraviyole). Daha az ış ık üretilecek, ancak
ampullerin verimliliğinden tam olarak ne kadar az tahmin edin
farklı koş ullar altında çalış tırılarak değiş tirilecektir.

Örnek: seride ikiden fazla eş it direnç
Önceki bölümde tartış ılan böl ve yönet tekniğinin doğrudan
uygulanmasıyla, serilerin eş değer direncinin
N özdeş dirençler R Numara.



Bir direncin uzunluğunu iki katına çıkarmak
iki direnci seri bağlamak gibi.
Direnç ikiye katlanır.

Örnek: direncin uzunluğa bağımlılığı
Bir önceki bölümde, direncin ters orantılı olduğunu kanıtlamış tık.
kesit alanı ile orantılıdır. hakkında eş değer bir nedenle
serideki dirençler, direncin orantılı olduğunu buluyoruz
uzunluk. Benzer ş ekilde, uzun bir pipeti üflemek daha zordur.
kısa bir aracılığıyla.

İki argümanı bir araya getirdiğimizde, direncin
düz, paralel kenarları olan bir nesnenin tansı ile verilir

$$R = (\text{sabit}) \cdot L/A$$

Orantı sabiti özdirenç olarak adlandırılır ve yalnızca nesnenin yapıldığı
maddeye bağlıdır. A
özdirenç ölçümü, örneğin yardımcı olmak için kullanılabilir
Bilinmeyen bir maddenin örneğini tanımlayın.

Machine Translated by Google

Örnek: güç hatları için yüksek voltaj seçimi

Thomas Edison, ünlübir teknolojik
için kullanılması gereken voltaj farkı üzerinde tartış malar
elektrik güç hatları. Bu dönemde halk yabancıydı.
elektrik ve kolayca korkmuş . Birleş ik baş kanı
Devletler, örneğin, elektrik aydınlatmasına sahip olmayı reddettiler.
Beyaz Saray, ticari olarak ilk kullanıma sunulduğunda, güvenli olmadığını
düş ündüğüiçin bilinen yangın tehlikesini tercih etti.
kandillerin elektriğin gizemli tehlikelerine Esas olarak
Edison, halkın korkusunu yenmenin bir yolu olarak, gücün
küçük voltajlar kullanılarak iletilebilir ve
bir köpeğin tuzağa düş ürüldüğügösteriler yaparak fikir
iki arasındaki büyük bir voltaj farkı ile öldürülecek konum
yerde metal levhalar. (Edison'un muhalifleri ayrıca doğru akımdan ziyade
alternatif akımı savundular ve AC
DC'den daha tehlikeli. Daha sonra tartış acağımız gibi, AC
istenilen voltaj seviyesine kolayca yükseltilebilir ve düş ürülebilir
transformatör adı verilen bir cihaz kullanarak.)

Ş imdi, bir elektrik ampulügibi belirli bir miktarda güç yükü P_L bir
vermek istiyorsak, yalnızca
denklem . İ$R_L$tediğimiz miktarda güç verebiliriz,
düş ük bir voltajla bile, eğer büyük akımlar kullanmaya istekliysek.
Bununla birlikte, modern elektrik dağıtım ş ebekeleri, on binlerce
voltluk tehlikeli derecede yüksek voltaj farklarını kullanır. Neden
Edison tartış mayı kaybetti mi?

Para için kaynar. Elektrik ş irketi teslim etmeli
aracılığıyla müş teri tarafından istenen güç miktarı
Direnci ekonomi tarafından sabitlenen R_L iletim hattı ve
coğrafya. Aynı akım hem yükten hem de
iletim hattı, gücüilkinde faydalı bir ş ekilde dağıtıyor
ve ikincisinde savurganca. Sistemin verimliliği ise

$$\text{yeterlik} = \frac{\text{müş teri tarafından ödenen güç}}{\text{ş ebeke tarafından ödenen güç}} = \frac{P_L}{P_L + P_T} = \frac{1}{1 + P_T / P_L}$$

Kendimizi elektrik ş irketinin yerine koyarak, diliyoruz
sadece kontrol ettiğimiz bir ş ey, P_L, olduğu için değiş kenden kurtulmak için
dolaylı olarak seçimimizle. Değiş tirerek buluruz $P_T = {}^{\text{ve}}$

$$\text{yeterlik} = \frac{1}{1 + \frac{P_T}{P_L}}$$

İletim hattının (ancak mutlaka yükün değil) olduğunu varsayıyoruz.
ohmik, yani yerine koymak $V_T = IR_T$

$$\text{yeterlik} = \frac{1}{1 + \frac{I^2 R_T}{P_L}}$$

kadar küçük yaparak bu miktar açıkça maksimize edilebilir. I
mümkün, çünküo zaman mümkün olan en küçüğüne böleceğiz
kesrin altındaki miktar. Düş ük akım devresi olabilir
yalnızca yüksek voltaj kullanıyorsa önemli miktarda güç sağlar,
bu yüzden elektrik iletim sistemleri tehlikeli yüksek
voltajlar.

Machine Translated by Google

Örnek: ampermetreniz tarafından öldürülmek

Bir voltmetrede olduğu gibi, ampermetre davranış ı değiş tirecek ş ekilde kullanılırsa hatalı okumalar verebilir.
devre. Seri olarak bir ampermetre kullanılır, bu nedenle ölçmek için kullanılıyorsa bir dirençten geçen akım, direncin değeri etkin bir ş ekilde ampermetrenin direnci olarak değiş tirilir. $R + R_a$, nerede R_a Ampermetreler çok düş ük dirençlerle tasarlanmış tır. bunu olası kılmadan önemli ölçüde farklı olacaktır. Aslında, gerçek tehlike $R + R_a$ R. ölümdür, yanlış bir okuma değil! Dirençleri önemli ölçüde daha düş ük olan tek devreler bir ampermetreninki, büyük akımları taş ımak için tasarlanmış olanlardır. Böyle bir devreye takılan bir ampermetre kolayca eriyebilir. Ne zaman ben Enerji Bakanlığı tarafından finanse edilen bir laboratuvarda çalış ıyordu, hakkında DOE güvenlik ofisinden periyodik bültenler aldık. diğer sitelerde ciddi kazalar ve belirli bir hortlak tuttular büyüleyici. Bunlardan biri, bir DOE çalış anı hakkındaydı. sıradan bir Radio Shack ampermetresini yüksek akımlı bir akım cihazına yerleş tirdiğinde meydana gelen patlama tarafından tamamen yakıldı. devre. Daha sonraki tahminler, sıcaklığın muhtemelen böyle olduğunu gösterdi. patlamanın bir plazma topu olduğu kadar yoğun - çok sıcak bir gaz atomlarının iyonlaş tığını söyledi.

Tartış ma sorusu

Döngükuralını, bir dizi gerilimin olduğu simetrik bir biçimde ifade ettik. damlalar sıfıra kadar ekler. Bunu yapmak için, artı ve eksi iş aretlerinin ortaya çıkması için voltmetreyi devreye bağlamanın standart bir yolunu tanımlamamız gerekiyordu. Sağ. Birleş im kuralını benzer simetrik bir ş ekilde yeniden ifade etmek istediğimizi varsayalım, böylece gelen akımı giden akıma eş itlemek yerine, basitçe, bir kavş aktaki belirli bir akım toplamının sıfıra eş it olduğunu belirtir. Ne Bunu yapmak için ampermetreyi takmanın standart yolunu kullanmamız gerekir mi? iş ?

Machine Translated by Google

Özet

Kullanılan Notasyon ve Terminolog Diğer kitaplar

eV ..... e ile 1 voltun çarpımına eş it bir enerji birimi ; 1,6x10 –19 jul

Özet

Ş ematik, anlaş ılmasını kolaylaş tırmak iç in özelliklerini standartlaş tıran ve stilize eden bir devre çizimidir. Herhangi bir devre daha küç ük parç alara bölünebilir. Örneğin, büyük bir devre ş u ş ekilde anlaş ılabilir:
seri bağlı iki küç ük devre, diğeri paralel üç devre. Devre elemanları paralel olarak birleş tirildiğinde
ve seri olarak, parç aların bir bütün olarak nasıl ç alış tığını anlamada bize yol gösterecek iki temel kuralımız var:

bağlantı kuralı: Yük depolamayan veya serbest bırakmayan herhangi bir devrede, yükün korunumu ş u anlama gelir: Herhangi bir bağlantıdan akan toplam akımın, iç eri akan toplam akımla aynı olması gerekir.

döngükuralı: Artı ve eksi iş aretleri iç in standart kuralı varsayarsak, voltaj düş üş lerinin toplamı bir devredeki herhangi bir kapalı döngünün etrafında sıfır olmalıdır.

Bu kuralların en basit uygulaması, seri veya paralel olarak birleş tirilmiş direnç çiftleridir. Bu gibi durumlarda, direnç çifti, eş değer direnç olarak adlandırılan belirli bir direnç değerine sahip tek bir birim gibi davranır. Serideki dirençler, daha büyük bir eş değer direnç üretmek iç in eklenir,

$$\text{Seriler} = R_1 + R_2,$$

çünküakımın her iki direnci de aş ması gerekiyor. Paralel dirençler bir araya gelerek bir bireysel dirençten daha küç ük olan eş değer direnç,

$$\text{paralel} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1},$$

çünküakımın kendisine aç ık iki farklı yolu vardır.

Paralel ve seri dirençlere önemli bir örnek, devrelerde voltmetre ve ampermetre kullanımıdır. dirençli devreler. Bir voltmetre, voltajın geç tiği direnç le paralel olarak büyük bir direnç görevi görür. düş üş ölç ülmektedir. Direncinin sonsuz olmaması, kullanıldığı devreyi değiş tirdiği anlamına gelir. araş tırmak, daha düş ük bir eş değer direnç üretmek. Bir ampermetre, seri olarak küç ük bir direnç görevi görür. akımın belirleneceği devre. Direnci tam olarak sıfır değildir, bu da test edilen devrenin direncinde artış .

Machine Translated by Google

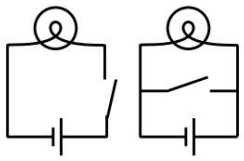
Ödev Sorunları

1. (a) Pille çalışan birçok cihaz birden fazla pil kullanır. Pil bölmesine yakından bakarsanız, pillerin seri bağlandığını göreceksiniz. Bir el feneri devresi düşünün. Döngükuralı size birkaç pili bu şekilde seri bağlamanın etkisi hakkında ne söylüyor? (b)
Elektrikli yılanbalığının sinir sisteminin hücreleri bizimkinden o kadar da farklı değil - her hücre, bir yerde bir volt civarında bir voltaj farkı geliştirebilir. O halde, bir elektrikli yılan balığı, vücudunun farklı kısımları arasında nasıl binlerce voltluk voltaj üretebilir?

2. Elektrikli sobanın ısıtma elemanı, saniyede birçok kez açılıp kapanan bir anahtarla seri olarak bağlanmıştır. Düğmeyi daha fazla güç için çevirdiğinizde, anahtarın kapalı kalma süresi artar. Birinin, ısıtma elemanını düğme tarafından kontrol edilen değişken bir dirençle seri hale getirerek gücükontrol etmek için daha basit bir alternatif önerdiğini varsayalım. (Düğme saat yönünde tamamen döndürüldüğünde, değişken direncin direnci neredeyse sıfırdır ve saat yönünün tersine döndüğünde direnci esasen sonsuzdur.) Daha basit tasarım neden istenmez?

3. Evinizin 110-V beslemesine paralel olarak bir ohm ekmek kızartma makinesi ve iki ohm lamba bağlanır. (Gerilimin DC değil AC olduğu gerçeğini ihmal ediniz.) (a) Devrenin şemasını çiziniz. (b). Devredeki üç bileşenin her biri için, içinden geçen akımı ve üzerindeki gerilim düşüşünübulun. (c) Bunun yerine seri bağlandıklarını varsayalım. Bir şematik çizin ve aynı şeyleri hesaplayın.

4. Tel, "göstergeler" adı verilen bir dizi standart çapta satılmaktadır. Serideki bir mastar ile bir sonraki arasındaki çap farkı yaklaşık %20'dir. Belirli bir uzunluktaki telin direnci, serideki bir sonraki göstergede aynı uzunluktaki telin direnciyle nasıl karşılaştırılır?

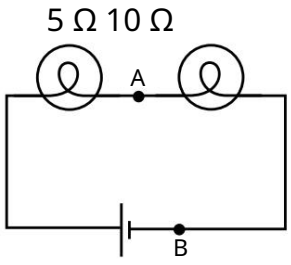


(a) (b)

Sorun 5.

5. Şekil, bir el fenerini bir anahtarla kablolamanın iki olası yolunu göstermektedir. Her ikisi de ampulün açılıp kapanmasına hizmet eder, ancak anahtar tam tersi şekilde çalışır. (a)'da gösterilen yöntem neden tercih edilir?

6. Şekilde pil 9 V'tur. (a) Her bir ampulün voltaj farkları nelerdir? (b) Devrenin üç bileşeninin her birinden hangi akım geçer? (c) A ve B noktalarını birleştirmek için yeni bir tel eklenirse, ampullerin görünümünasıl değişir? Yeni voltajlar ve akımlar ne olacak? (d) Diyelim ki A'dan B'ye hiçbir tel bağlı değil, ancak iki ampul değişiyor. Sonuçlar, çizilen orijinal kurulumdan elde edilen sonuçlarla nasıl karşılaştırılacak?

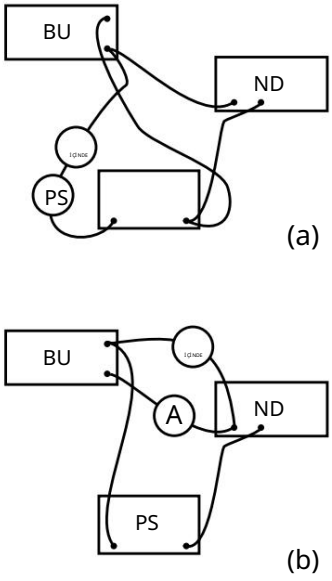


Sorun 6.

SA çözümükitabın arkasında verilmiştir. « Zor bir sorun. Bilgisayarlı cevap kontrolü mevcuttur. Hesap gerektiren bir problem.

Machine Translated by Google

7. Seri bağlı iki bilinmeyen dirençten oluşan bir devreniz ve paralel olarak iki bilinmeyen dirençten oluşan ikinci bir devreniz var. (a) Seri devredeki dirençlerden geçen akımların eşit olduğunu bularak dirençler hakkında ne öğrenirsiniz? (b) Seri devredeki dirençler arasındaki voltaj farklarının eşit olduğunu öğrenirseniz ne olur? (c) Akımların eşit olduğunu bilerek paralel devredeki dirençler hakkında ne öğrenirsiniz? (d) Paralel devredeki gerilimler eşit olsaydı ne olurdu?



Sorun 8.

8. Biyoloji laboratuvarında bir öğrenciye şu yönerge verilir: "Beyin silgisini (CE) ve nöral depolarizörü(ND) güç kaynağına (PS) paralel olarak bağlayın. (Hiçbir koşulda serebral silginin kafanızın 20 cm yakınına gelmesine izin vermemelisiniz.) Serebral silginin üzerindeki voltajı ölçmek için bir voltmetre bağlayın ve ayrıca devrenin içine bir ampermetre takın, böylece bunu yapmadığınızdan emin olabilirsiniz. nöral depolarizörden 100 mA'dan fazla koymak." Diyagramlar, iki laboratuvar grubunun talimatları takip etme girişimlerini göstermektedir. (a) (a) diyagramını standart tarzda bir şemaya çevirin. Bu grubun kurulumuyla ilgili yanlış ve yanlış olan nedir? (b) Aynı işlemi (b) diyagramı için de yapın.

9. Eşit olmayan üç direnç birleştirilerek kaç farklı direnç değeri oluşturulabilir? (Tüm dirençlerin kullanılmadığı olasılıkları saymayın.)

10 . Kırsal alanda elektriği olmayan bir kişi çok uzun süre koşar. Yolun aşağısındaki bir arkadaşının evine uzatma kablosu, böylece elektrik ışığını çalıştırabilir. Kordon o kadar uzundur ki direnci, x, ihmal edilemez. Direnci y, x'e eşitse lambanın parlaklığının en büyük olduğunu gösteriniz . Çok küçük veya çok büyük y değerleri için lambanın neden loş olduğunu fiziksel olarak açıklayın .

11 S. 1 kΩ direnç ve 10 kΩ direnç birleştirilerek hangi direnç değerleri oluşturulabilir?

12 S«. Her biri R direncine sahip altı özdeş direncin, bir tetrahedronun kenarlarını oluşturacak şekilde bağlandığını varsayalım (tabana ek olarak üç kenarı olan bir piramit, yani bir Mısır piramidinden bir kenar eksik). Bu düzenlemede herhangi iki noktaya bağlantı yapılarak hangi direnç değeri veya değerleri elde edilebilir?

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

"Tamam. Görevlerin şunlar: Breen'i al. Onu nasıl elde ettiğin umurumda değil, ama çabuk yakala. O sahtekar! Hiç yakalanmadan yirmi yıl bilim adamı gibi davrandı.
Pekala, önceki tüm tutuklamaları hiç endişe yokmuş gibi gösterecek bazı yakalamalar yapacağım. Benimle?"

"Evet," dedi Battle, kafası çok karışık. "Sahip olduğun o şey ne?"

"Geri dönüşısı ışını. Yolundaki havayı, tüm enerjiyi ısı olarak taşıma eğiliminde olan kararsız bir izotopa dönüştürürsünüz.
Sonra meyve suyu ışığınızı ya da izoto pic yolundaki herhangi bir şeyi çekersiniz ve alıcı tarafta ne varsa onu yakarsınız. Birkaç tane ister misin?"

"Hayır," dedi Savaş. "Gats'im var. Başka neyin var?
saldırı ve savunma için?"

Underbottam bir dolabı açtı ve gururla kolunu salladı.
"Her şey" dedi. "Parçalayıcılar, ısı ışınları, her türden bomba. Ve delinmez enerji kalkanları, devasa ve taşınabilir. Daha neye ihtiyacım var?"

Cecil Corwin tarafından yazılan THE REVERSIBLE REVOLUTIONS'tan, Cos mic Stories, Mart 1941. Art by Morey, Bok, Kyle, Hunt, Forte. Kopyalama hakkının süresi doldu.

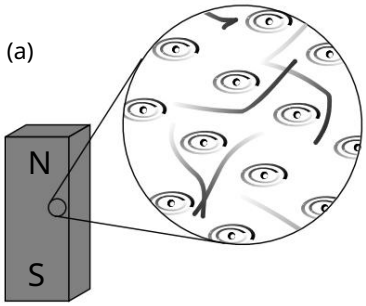
5 Kuvvet Alanı

Son teknoloji bilim, popüler kültüre kolayca sızar, ancak bazı zamanlar çarpık biçimde de olsa. Newton'un hayal gücü evreni çoğunlukla, atom denilen küçük sert toplardan oluşan, madde adı verilen güzel katı maddeyle doldurdu. Yirminci yüzyılın başlarında, ucuz kurgu ve popüler bilim tüketicileri, evrenin x-ışınları, N-ışınları ve Hertz dalgalarıyla dolu yeni bir görüntüsünü duymaya başladılar. Derilerinden emmeye başladıkları şey, Newton'un kuvvetler aracılığıyla etkileşime giren madde parçalarından oluşan bir evren kavramının köklübir revizyonuydu. Yeni ortaya çıkan resimde, evren kuvvetten ya da daha teknik olarak doğru söylemek gerekirse, evrensel kuvvet alanlarındaki dalgalanmalardan yapılmıştır . 1941'deki ortalama bir Kozmik Öyküokuyucusunun aksine, artık bir "kuvvet alanının" gerçekte ne olduğunu anlamak için yeterli teknik altyapıya sahipsiniz.

Machine Translated by Google

5.1 Neden Alanlar?

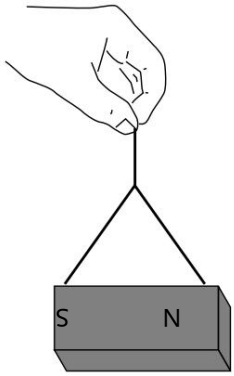
(a)



A mesafesindeki zaman gecikmeleri Uygulanan kuvvetler

Fizikçileri bu yeni kuvvet alanı kavramına ihtiyaç duyduklarına ne ikna etti? Çoğunlukla elektriksel kuvvetlerle uğraşıyor olsak da, manyetik bir örnekle başlayalım. (Aslında manyetizmayla ilgili ayrıntılı bir tartışmayı bu kadar uzun süre ertelememin asıl nedeni, manyetik etkilerin matematiksel hesaplamalarının bir kuvvet alanı kavramıyla çok daha kolay ele alınmasıdır.) Öncelikle örneğimize giden küçük bir arka plan. . Bir çubuk mıknatıs, (a), elektronların yörüngelerinin çoğunun yönlendirildiği bir eksene sahiptir. Çubuk şeklinde olmasa da, dünyanın kendisi de bir mıknatıstır.

(b)

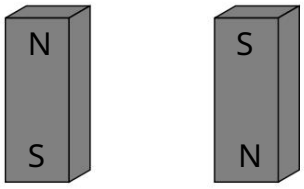


Toprak mıknatısı ve çubuk mıknatıs arasındaki etkileşim, (b), eksenlerini zıt yönlerde hizalamak istemelerini sağlar (başka bir deyişle, elektronları paralel düzlemlerde döner, ancak bir takım saat yönünde ve diğeri saat yönünün tersine döner). eksenler boyunca bakıldığında görüldüğügibi).

Daha küçük bir ölçekte, birbirine yakın yerleştirilmiş herhangi iki çubuk mıknatıs, kendilerini baştan sona hizalamaya çalışacaktır, (c).

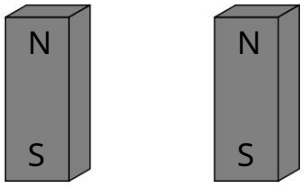
Şimdi ilgili örneğe geçiyoruz. Kağıt inceliğinde bir duvarla ayrılmış iki kişinin birbirlerine sinyal göndermek için bir çift çubuk mıknatıs kullanabileceği açıktır. Her insan, diğer kişinin mıknatısı tarafından gerçekleştirilen herhangi bir dönüşe tepki olarak kendi mıknatısının dönmeye çalıştığını hissedecektir. Bu kurulum için pratik iletişim aralığı çok kısa olacaktır, ancak hassas bir elektrikli cihaz çok uzaklardan manyetik sinyalleri alabilir. Aslında bu, bir radyonun yaptığından çok farklı değildir: verici antende yukarı ve aşağı yarışan elektronlar, uzaktaki alıcı antendeki elektronlar üzerinde kuvvetler oluşturur. (Gerçek radyo sinyallerinde hem manyetik hem de elektrik kuvvetleri rol oynar, ancak bunun için henüz endişelenmemize gerek yok.)

(c)



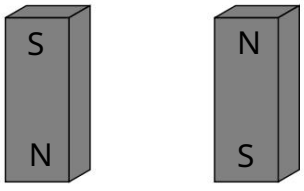
Şimdi doğal olarak herhangi bir zaman gecikmesi olup olmadığına dair bir soru ortaya çıkıyor. manyetik (ve elektrik) kuvvetler aracılığıyla bu tür bir iletişim. Newton, fiziği uzaktan anlık eylem olarak düşündüğüiçin düşünmezdi. Ancak artık böyle bir zaman gecikmesi olduğunu biliyoruz. Bir iletişim uydusu üzerinden yönlendirilen uzun mesafeli bir telefon görüşmesi yaparsanız, sinyalin 50.000 millik gidiş-dönüş yolculuğunda yaklaşık yarım saniyelik bir gecikmeyi kolayca tespit edebilmeniz gerekir. Modern ölçümler, elektrik, manyetik ve yerçekimi kuvvetlerinin tümünün 3x108 m/s ışık hızında hareket ettiğini göstermiştir . (Aslında, ışığın kendisinin nasıl elektrik ve manyetizmadan oluştuğunu birazdan tartışacağız.)

(d)



Kuvvetlerin uzayda iletilmesi biraz zaman alıyorsa, görünüşe göre uzayda seyahat eden bir şey var . Fenomenin her yöne aynı hızda dışarı doğru hareket etmesi, bir gölet üzerindeki dalgalanmalar gibi dalga metaforlarını güçlübir şekilde çağrıştırır.

(ve)



Kuvvet alanlarının gerçek olduğuna dair daha fazla kanıt: enerji taşırlar.

İlerleyen kuvvet dalgalanmalarının bu garip kavramı için dumanlı silah argümanı, enerji taşımaları gerçeğinden kaynaklanmaktadır.

İlk önce, çubuk mıknatısı sağda tutan kişinin kendisininkini tersine çevirmeye karar verdiğini ve bunun (d) konfigürasyonuyla sonuçlandığını varsayalım. Onu bükmek için bana mekanik bir iş yapmak zorundaydı ve eğer mıknatısı serbest bırakırsa, enerji

Machine Translated by Google

(c)'ye dönerken serbest bırakılır. Görünüşe göre (c)'den (d)'ye giderek enerji depolamış. Buraya kadar her şey bir kuvvet alanı kavramı olmadan kolayca açıklanabilir.

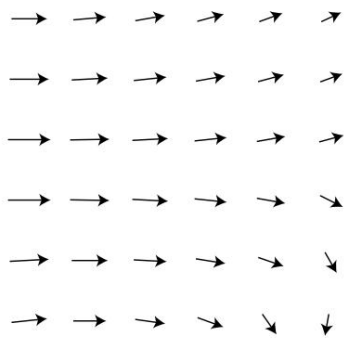
Ama şimdi iki kişinin (c) konumunda başladığını ve sonra aynı anda mıknatıslarını son derece hızlı bir şekilde (e) konumuna çevirdiğini ve onları tüm zaman boyunca aynı hizada tuttuğunu hayal edin. Tartışma uğruna, bunu o kadar hızlı yapabildiklerini hayal edin ki, diğerinden gelen kuvvet sinyali hala geçiş halindeyken her bir mıknatıs tersine çevrilir. (Daha gerçekçi bir örnek için, iki mıknatıs yerine iki radyo antenimiz olması gerekir, ancak mıknatısları görselleştirmek daha kolaydır.) Çevirme sırasında, her bir mıknatıs, diğer mıknatısın alıştığı şekilde ortaya çıkan kuvvetleri hala hissediyor. odaklı olmak. Çevirme sırasında iki mıknatıs aynı hizada kalsa da, zaman gecikmesi, mıknatısını döndürürken her kişinin direnç hissetmesine neden olur. Bu nasıl olabilir? Her ikisi de görünüşe göre mekanik iş yapıyorlar, bu yüzden bir şekilde manyetik enerjiyi depoluyor olmalılar. Ancak, belli bir mesafedeki anlık kuvvetler aracılığıyla etkileşen maddeye ilişkin geleneksel Newtoncu anlayışta, potansiyel enerji, kuvvetler aracılığıyla etkileşen nesnelerin göreli konumlarından doğar. Mıknatıslar birbirlerine göre yönelimlerini hiç değiştirmediyse, herhangi bir potansiyel enerji nasıl depolanabilir?

Tek olası cevap, enerjinin, mıknatıslar arasındaki boşluğu çaprazlayan manyetik kuvvet dalgalarına gitmiş olması gerektiğidir. Kuvvet alanları görünüşe göre uzayda enerji taşıyor, bu da onların gerçek şeyler olduklarının güçlü bir kanıtı.

Bu belki de bizim için atalarımız için olduğu kadar radikal bir fikir değil. Radyo verici bir antenin çok fazla güç tükettiği ve bir şekilde bunu evrene yaydığı fikrine alışkınız. Böyle bir antenin etrafında çalışan bir kişinin, tüm bu enerji kolayca eti pişirebileceğinden ("RF yanması" olarak bilinen acı verici bir fenomen) ona çok yaklaşmamaya dikkat etmelidir.

Machine Translated by Google

5.2 Yerçekimi Alanı



Okyanusun belirli bir bölgesindeki rüzgar desenleri, bunun gibi bir "oklar denizi" temsilinde çizilebilir. Her ok, hem rüzgarın gücünühem de belirli bir konumdaki yönünütemsil eder.

Kuvvet alanlarının gerçek olduğu göz önüne alındığında, bunları nasıl tanımlar, ölçer ve hesaplarız? Verimli bir metafor, bir yelkenli geminin deneyimlediği rüzgar kalıpları olacaktır. Gemi nereye giderse gitsin, rüzgardan belirli bir miktar kuvvet hissedecek ve bu kuvvet belirli bir yönde olacaktır. Hava elbette sürekli değişiyor, ama şimdilik sadece sabit rüzgar kalıplarını hayal edelim. Fizikteki tanımlar işlevseldir, yani tanımlanan şeyin nasıl ölçüleceğini tanımlar. Geminin kaptanı, ilgilenilen yere giderek ve hem rüzgarın yönünühem de estiği gücübelirleyerek rüzgarın "kuvvet alanını" ölçebilir.

Tüm bu ölçümlerin bir harita üzerinde gösterilmesi, rüzgar kuvveti alanının şekilde gösterildiği gibi bir tasvirine yol açar. Bu, bir alanı görselleştirmenin "oklar denizi" yöntemi olarak bilinir.

Şimdi bu kavramların evrenin temel kuvvet alanlarına nasıl uygulandığını görelim. Anlaşılması en kolay olan yerçekimi alanıyla başlayacağız. Rüzgar modellerinde olduğu gibi, gelgitlerin varlığı, uzay bölgemizde yerçekimi alanında sürekli değişiklikler olduğunu kanıtlasa da, yerçekimini statik bir alan olarak hayal ederek başlayacağız.
Yerçekimi alanının yönünütanımlamak yeterince kolaydır: sadece ilgilenilen yere gideriz ve bir ipin ucuna bağlı bir ağırlık gibi bir nesne üzerindeki yerçekimi kuvvetinin yönünüölçeriz.

Fakat yerçekimi alanının gücününasıl tanımlamalıyız?
Ay'da yerçekimi kuvvetleri dünyadakinden daha zayıftır, ancak sadece belirli sayıda Newton vererek yerçekiminin gücünübelirleyemeyiz. Newton'un yerçekimi kuvvetinin sayısı, yalnızca yerel yerçekimi alanının gücüne değil, aynı zamanda yerçekimini test ettiğimiz nesnenin kütlesine, "test kütlemiz"e de bağlıdır. Aydaki bir kaya, dünyadaki bir çakıl taşından daha güçlübir yerçekimi kuvveti hisseder. Yerçekimi alanının gücünübir cisme etki eden kuvvetin cismin kütlesine bölümüolarak tanımlayarak bu sorunu çözebiliriz .

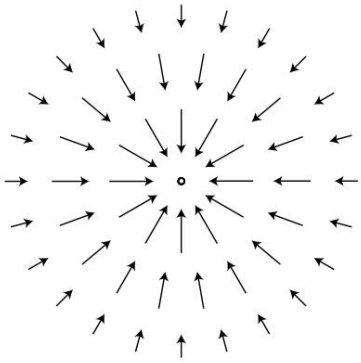
> yerçekimi alanının tanımı Uzayda herhangi bir yerde yerçekimi alan vektörü g, o noktaya bir test kütlesi mt yerleştirilerek bulunur. Alan vektörüdaha sonra g=F/mt ile verilir , burada F , test kütlesi üzerindeki yerçekimi kuvvetidir.

Dünyanın yüzeyine yakın yerçekimi alanının büyüklüğüyaklaşık 9,8 N/kg'dır ve bu sayının tanıdık gelmesi veya g sembolünün yerçekimi ivmesi ile aynı olması tesadüf değildir. Bir test kütlesi üzerindeki yerçekimi kuvveti mt g'ye eşit olacaktır, burada g yerçekimi ivmesidir. mt'ye bölmek basitçe yerçekimi ivmesini verir.

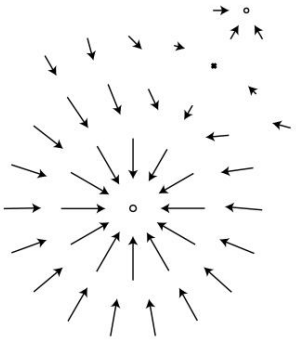
Aynı eski miktar için neden yeni bir ad ve yeni birimler tanımlamalısınız? Bunun temel nedeni, bizi diğer alanları tanımlama konusunda doğru yaklaşımla hazırlamasıdır.

Bütün bunlarla ilgili en ince nokta, yerçekimi alanının, söz konusu noktaya bir test kütlesi yerleştirirsek , dünya, güneş , ay ve evrenin geri kalanı tarafından bir test kütlesine hangi kuvvetlerin uygulanacağını söylemesidir . . Alan, ölçmediğimiz her yerde hala var.

Machine Translated by Google



(a) Çevreleyen yerçekimi alanı
dünya gibi bir kütle yığını.



(b) Dünyanın yerçekimi alanları
ve ay süperpoze. nasıl olduğunu not edin
alanlar bir noktada iptal edilir ve nasıl
çevreleyen nüfuz eden alanlar
arasında bir sınır yoktur.
iki beden.

Örnek: dünyanın yerçekimi alanı
Soru: Dünyanın yerçekiminin büyüklüğünedir?
alanı, kütlesi ve merkezine olan uzaklığı açısından? M r

Çözüm: Değiş tirme $|F| = GMmt / r^2$ tanımının içine
yerçekimi alanı, bulduğumuz $|g| = _{genel\ müdür} / r^2$.

Kaynaklar ve lavabolar

Dünyayı çevreleyen yerçekimi alanlarının bir ok denizi resmini yaparsak, (a), sonuç suyun bir kanalizasyona aktığını çağrış tırır. İçin bu nedenle kendi etrafında içe dönük bir alan oluş turan her ş ey lavabo denir. Dünya bir yerçekimi havuzudur. "Kaynak" terimi, özellikle dış a doğru alanlar oluş turan ş eylere veya daha fazlası olarak kullanılabilir hem "outies" hem de "innies" için genel terim. Terminoloji ne kadar kafa karış tırıcı olursa olsun, yerçekimi alanlarının yalnızca çekici olduğunu biliyoruz, bu yüzden asla Dış a dönük bir alan desenine sahip bir uzay bölgesi bulun.

Alanın bilgisi, kaynaklarının bilgisi ile değiş tirilebilir (en azından statik, değiş meyen bir alan durumunda). uzaylılar dünyayı görseydi yerçekimi alanı deseninin varlığını hemen çıkarabiliyorlardı. gezegen ve tersine dünyanın kütlesini bilselerdi tahmin edebilirlerdi çevresindeki yerçekimi alanı üzerindeki etkisi.

alanların süperpozisyonu

Tüm kuvvet alanları hakkında çok önemli bir gerçek, daha fazlası olduğunda birden fazla kaynak (veya havuz), alanlar vektör kurallarına göre eklenir ilave. Yerçekimi alanı kesinlikle bu özelliğe sahip olacaktır, çünkü bir test kütlesi üzerindeki kuvvet cinsinden tanımlanır ve kuvvetler benzer vektörler ekler. Süperpozisyon, dalgaların önemli bir özelliğidir, bu nedenle süperpozisyon alanların özelliği, rahatsızlıkların yayılabileceği fikriyle tutarlıdır. bir alandaki dalgalar olarak dış a doğru.

Örnek: yerçekiminde azalma ben iki Jüpiter'in yerçekimi
Soru: Jüpiter'in uydusu Io'daki ortalama yerçekimi alanı
1.81 N/kg. Jüpiter doğrudan olduğunda bu ne kadar azalır?
genel gider? Io'nun yörüngesinin yarıçapı 4.22x108 m ve Jüpiter'inki
kütle 1.899x1027 kg'dır.
Çözüm:

Kabuk teoremi ile Jüpiter'e kütlesi varmış gibi davranabiliriz.
hepsi merkezinde yoğunlaş mış tı ve aynı ş ekilde Io için de. Io'yu ziyaret edersek
ve Jüpiter'in tepede olduğu noktaya iniyoruz, biz
bu iki merkezle aynı çizgi, yani bütün sorun ş u olabilir:
tek boyutlu olarak ele alınır ve vektör toplama tıpkı skaler gibidir
ilave. Aş ağı doğru alanlar için pozitif sayılar kullanalım (doğru
Io'nun merkezi) ve yukarı doğru olanlar için negatif. fiş e takmak
Bir önceki örnekte ifadeye uygun veriler, $_{genel\ müdür} / r^2$ türetilmiş
Jüpiter'in katkısını buluyoruz
alan –0.71 N/kg'dır. Süperpozisyon, gerçek olanı bulabileceğimizi söylüyor.
Io tarafından oluş turulan alanları toplayarak yerçekimi alanı ve
Jüpiter: 1,81-0,71=1,1 N/kg.

Bu azalmanın bazı ş eyler yaratacağını düş ünebilirsiniz.
muhteş em efektler ve Io'yu heyecan verici bir turizm merkezi haline getiriyor.
Aslında birinden uçsan hiç bir fark görmezdin
Io'nun diğer tarafına. Bunun nedeni, hem vücudunuz hem de Io
Jüpiter'in yerçekimini deneyimleyin, böylece aynı yörünge eğrisini takip edersiniz
Jüpiter'in etrafındaki uzayda.

Machine Translated by Google

yerçekimi dalgaları

Hareketsiz duran bir kaynak, çelik bir bilye gibi statik bir alan deseni oluşturacaktır.
lastik bir levha üzerinde huzur içinde oturuyor. Hareket eden bir kaynak, göletin yüzeyinde dövülen bir böcek gibi tarlada yayılan bir dalga deseni yaratacaktır. Statik alanın en basit örneği olarak yerçekimi alanıyla başlamış olsak da, yıldızlar ve gezegenler çarpmaktan daha görkemli bir şekilde süzülürler, bu nedenle yerçekimi dalgalarını tespit etmek kolay değildir. Newton'un yerçekimi teorisi, yerçekimi dalgalarını tanımlamaz, ancak Einstein'ın genel görelilik teorisi tarafından tahmin edilir. JH Taylor ve RA Hulse, Einstein'ın dalgalarının gerçekten var olduğuna dair dolaylı kanıtlar sundukları için 1993 yılında Nobel Ödülüne layık görüldüler. Birbirlerine çok yakın yörüngede dönen nötron yıldızları adı verilen bir çift egzotik, ultra yoğun yıldız keşfettiler ve Einstein'ın teorisinin öngördüğüoranda yörünge enerjilerini kaybettiklerini gösterdiler. Bir CalTech MIT işbirliği, şu anda yerçekimi dalgalarının daha doğrudan kanıtlarını aramak için LIGO adı verilen bir çift yerçekimi dalgası detektörüinşa ediyor. Esasen şimdiye kadar yapılmış en hassas titreşim dedektörleri olduklarından, sessiz kırsal alanlarda inşa ediliyorlar ve geçen kamyonlardan kaynaklanmadıklarından emin olmak için sinyaller aralarında karşılaştırılacak. Proje, dedektörleri 2000 yılında faaliyete geçirdikten sonra yalnızca birkaç yıl çalışır durumda tutacak yeterli finansmana sahip ve bu süre zarfında, evrenin bir yerinde, tespit edilebilir bir yerçekimi dalgası oluşturmak için yeterince şiddetli bir felaketin gerçekleşeceğini umabilirler. (Daha doğrusu, milyonlarca yıl önce üretilmiş olmasına rağmen, dalganın güneş sistemimize o sırada gelmesini istiyorlar.)

Louisiana'daki LIGO dedektörü LIGO hakkında daha fazla bilgi şurada mevcuttur: dünya çapında ağ www.ligo.caltech.edu.

5.3 Elektrik Alanı

Tanım

Elektrik alanının tanımı, doğrudan şuna benzer ve aşağıdakilere sahiptir: yerçekimi alanının tanımıyla aynı motivasyon:

elektrik alanının tanımı

Uzayda herhangi bir konumdaki elektrik alan vektörüE, o noktaya bir qt test yüküyerleştirilerek bulunur. Elektrik alan vektörüdaha sonra E=F/qt ile verilir , burada F , test yüküüzerindeki elektrik kuvvetidir.

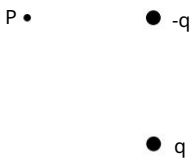
Elektrik alanlarını yaratan şey yüklerdir. Her zaman olan yerçekiminin aksine çekici, elektrik hem çekiciliği hem de iticiliği gösterir. Pozitif bir yük bir elektrik alanı kaynağıdır ve negatif olan bir lavabodur.

Elektrik alanın tanımıyla ilgili en zor nokta, negatif bir yüke etkiyen kuvvetin alana göre ters yönde olmasıdır. Bu tanımdan kaynaklanmaktadır, çünkübir vektörünegatif bir sayıya bölmek yönünütersine çevirir. Sanki aşağı değil yukarıya düşen bazı cisimlerimiz varmış gibi.

Kendi Kendine Kontrol

Tek noktalı bir yükün alanının büyüklüğüiçin bir denklem bulun [Yanıt sonraki sayfada.] Q ·

Machine Translated by Google



Örnek: elektrik alanlarının süperpozisyonu

Soru: Yükler birbirinden eşit uzaklıkta, q

şekilde gösterildiği gibi. P noktasındaki elektrik alan nedir, hangisi meydanın üçüncü köşesinde yer alır?

Çözüm: P noktasındaki alan,

iki ücret tarafından bağımsız olarak yaratılmıştır. İzin vermek pozitif sağda olsun ve pozitif yukarıda olsun.

Negatif yüklerin kendilerine işaret eden alanları vardır, bu nedenle şarj q sağa işaret eden bir alan yapar, yani pozitif x bileşeni. Kendi kendine kontrolün cevabını kullanarak,

$$E_{q,x} = \text{kilo}^{2}$$

$$E_{-q,y} = 0 .$$

Mutlak değer işaretlerini körükörüne görmezden gelirsek ve -denklemi bağlasaydık, yanlış bir şekilde alanın sola gittiği sonucuna varırdık.

Pisagor teoremine göre, pozitif yük bir mesafe $2\sqrt{\ }$ b P'den, yani katkısının büyüklüğü

alan $_{\text{kilogram}}/\left(2\sqrt{\ }b\right)^{2} = {}_{\text{kilogram}}/2b^{2}$. Pozitif yüklerin işaret eden alanları vardır bu nedenle alan vektörü= (/2) noktasından saat yönünün tersine 135°'lik bir açıdadır. x eksen.

$$E_{q,x} = {}_{\text{kilogram}}\, b^{2})\ \text{çünkü}135° = \frac{-}{2\sqrt{2}\ b^{2}}$$

$$E_{\text{ne ve}} = \left({}_{\text{kilogram}}/2b^{2}\right)\text{günah } 135\ ° = \frac{\text{kilogram}}{2\sqrt{2}\ b^{2}}$$

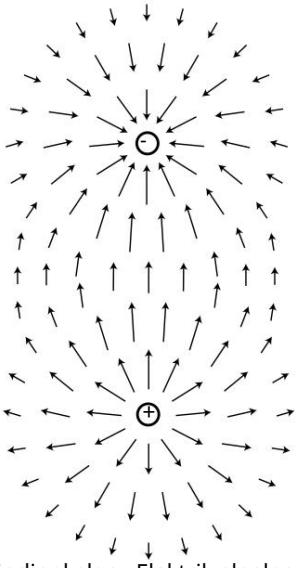
toplam alan

$$E_{x} = \frac{\text{kilogram}}{b^{2}}\left(1 - \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

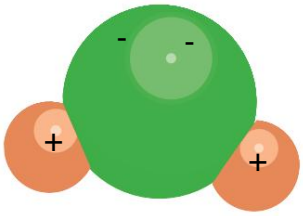
$$E_{Y} = \frac{\text{kilogram}}{2\sqrt{2}\ b^{2}}$$

Akıl yürütme, yerçekimi için bir denklem türetmek için önceki bölümde kullanılana tamamen benzerdir. Dünya'nın alanı. Alanın büyüklüğü $|| / \quad sq_{t} = |kQq_{t}/r^{2}|q_{t} = |qk|/r^{2}$.

Machine Translated by Google



(a) Bir dipol alanı. Elektrik alanları pozitif yükten uzaklaş ır ve negatif yükte birleş ir.



(b) Bir su molekülübir dipoldür.

Dipoller

Elektrikle oluş abilen ancak yerçekimi ile oluş mayan en basit kaynak grubu, eş it büyüklükteki bir pozitif yük ve bir negatif yükten oluş an dipoldür (a) . Daha genel olarak, bir elektrik dipolü bir tarafında pozitif, diğer tarafında negatif yük dengesizliği olan herhangi bir nesne olabilir.

Bir su molekülü(b), bir dipoldür, çünküelektronlar hidrojen atomlarından oksijen atomuna doğru kayma eğilimindedir.

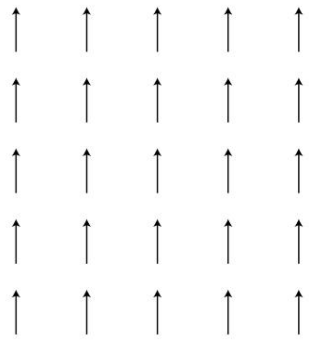
Mikrodalga fırınınız elektrik alanlarıyla su moleküllerine etki eder. Bazı dış yüklerin oluş turduğu düzgün bir elektrik alanı (c) ile baş larsak ve sonra katı bir çubukla birbirine bağlanan iki yükten oluş an bir dipol (d) eklersek ne olacağını hayal edelim. Dipol alan modelini bozar, ancak mevcut amaçlarımız için daha önemli olan, bir torku deneyimlemesidir. Bu örnekte, pozitif yük yukarı doğru bir kuvvet hisseder, ancak negatif yük aş ağı çekilir. Sonuç, dipolün kendisini (e) alanı ile hizalamak istemesidir. Mikrodalga fırın yiyecekleri elektrik (ve manyetik) dalgalarla ısıtır. Tork değiş imi, moleküllerin kıpırdamasına ve rastgele hareket miktarını artırmasına neden olur. Yukarıda verilen bir dipolün biraz belirsiz tanımı, bir dipolün bir elektrik alanında bir torka maruz kalan herhangi bir nesne olduğu söylenerek geliş tirilebilir.

Harici olarak oluş turulmuş bir alana yerleş tirilmiş bir dipol üzerindeki torku ne belirler? Tork, kuvvete, kuvvetin uygulandığı eksenden uzaklığa ve kuvvet ile eksenden uygulama noktasına kadar olan çizgi arasındaki açıya bağlıdır. Bir uzaklıkla ayrılmış +q ve –q yüklerinden oluş an bir dipol , |E| büyüklüğündeki bir dış alana, alana göre θ açısıyla yerleş tirilsin. Dipol üzerindeki toplam tork,

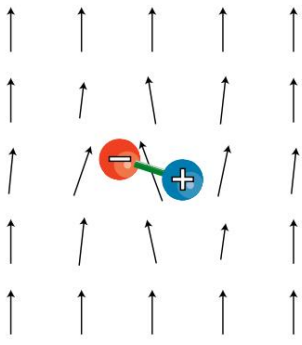
$$t = \frac{\ell}{2} q|E|\text{günah}\,\theta + \frac{\ell}{2} q|E|\text{günah}\,i$$

$$= q\ell|E|\text{günah}\,\theta \quad .$$

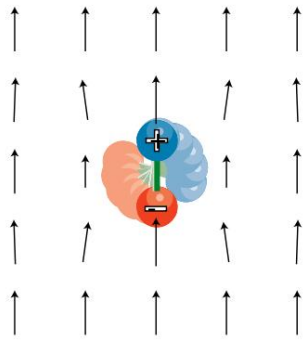
(İki kuvvet zıt yönlerde olsa bile, her ikisi de dipolüaynı yönde bükmeye çalış tıkları için torkların birbirini götürmediğine dikkat edin.) q miktarına dipol momenti denir, D ile gösterilir. (Daha karmaş ık dipoller bir dipol momenti de atanabilir - aynı torku yaş ayacak olan iki ş arjlı dipol ile aynı dipol momentine sahip olarak tanımlanırlar.)



(c)



(d)



(ve)

Machine Translated by Google

Örnek: molekülünün dipol momenti NaCl gazı

Soru: Bir NaCl gazı molekülünde merkezden merkeze
iki atom arasındaki mesafe yaklaşık 0.6 nm'dir. olduğunu varsayarsak
klor, sodyumun elektronlarından birini tamamen çalar,
bu molekülün dipol momentini hesaplayın.

Çözüm: Dipol momenti

ℓ = (6x10) m) ve
q
= (6x10 m)(1.6x10 = 1x10 – C)
28 C . m

Elektrik alanının alternatif tanımı

Bir dipolün harici olarak oluşturulmuş bir alandaki davranışı bizi bir elektrik alanının alternatif tanımı:

elektrik alanının alternatif tanımı

Elektrik alan vektörü, E, uzayda herhangi bir yerde şu şekilde tanımlanır:
oraya yerleştirilmiş bir test dipolüDt üzerine uygulanan torku gözlemleyerek . bu
alanın yönü, alanın bir çizgiyi hizalama eğiliminde olduğu yöndür.
dipol (–'den +'ya) ve alanın büyüklüğü |E| = τ/Dt günah θ.

Aynı kavram için ikinci bir tanım getirilmesinin temel nedeni,
manyetik alanın benzer bir yaklaşım kullanılarak en kolay şekilde tanımlanabileceği.

Machine Translated by Google

Elektrik alanla ilgili voltaj

Voltaj, birim yük başına potansiyel enerjidir ve elektrik alanı, birim yük başına kuvvettir. birim ücret. Bu nedenle, başlangıç noktasından başlarsak voltaj ve alanı ilişkilendirebiliriz. potansiyel enerji ve kuvvet arasındaki ilişki,

$$PE = -Fd$$ [sabit kuvvet varsayarsak ve kuvvete paralel hareket],

ve yüke bölün,

$$\frac{PE}{q} = \frac{-Fd}{q}$$ [sabit kuvvet varsayarsak ve kuvvete paralel hareket],

vermek

$$V = -Ed$$ [sabit alan varsayarak ve alana paralel hareket].

Başka bir deyişle, iki nokta arasındaki voltaj farkı, elektrik alan kuvveti, aralarındaki mesafeyle çarpılır. bu yorum, güçlübir elektrik alanının, uzayın bir bölgesi olduğudur. voltaj hızla değişiyor. Analojiyle, dik bir yamaç haritada bir yer irtifanın hızla değiştiği yer.

Örnek: elektrikli yılan balığı tarafındanoluşturulan alan

Soru: Bir elektrikli yılan balığının 1 m uzunluğunda olduğunu ve bir başı ve kuyruğu arasında 1000 voltluk voltaj farkı. Ne etrafındaki suda elektrik alan var mı?

Çözüm: Alan miktarını değil, yalnızca alan miktarını hesaplıyoruz. yön, bu yüzden olumlu ve olumsuz işaretleri görmezden geliyoruz. tabi paralel bir sabit alanın muhtemelen yanlış varsayımı yılan balığı gövdesi, bizde

$$|E| = \frac{V}{d}$$

$$= 1000 \text{ V/m}.$$

Örnek: elektrik alan ve gerilim birimlerinin ilişkilendirilmesi

Elektrik alanla ilgili orijinal tanımımızdan şunu bekliyoruz: Coulomb başına Newton birimi var, N/C. Yukarıdaki örnek, ancak, volt/metre, V/m olarak çıktı. Bunlar tutarsızlık çadırı mı? Tüm bunların işe yaradığına kendimizi inandıralım. bu tür

Bu durumda, en iyi strateji genellikle daha karmaşık birimleri, yalnızca mks birimlerini ve coulomb'ları içerecek şekilde basitleştirmektir. Voltaj, birim yük başına potansiyel enerji olarak tanımlandığından, J/C birimlerine sahiptir:

$$\frac{\text{İÇİNDE}}{\text{m}} = \frac{(\text{JC})}{\text{m}}$$

$$= \frac{\text{J}}{\text{Santimetre}}.$$

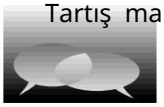
Joule'u Newton'a bağlamak için, iş in kuvvete eşit olduğunu hatırlıyoruz. çarpı mesafe, yani J=N. ben, yani

$$\frac{\text{İÇİNDE}}{\text{m}} = \frac{\text{N m}}{\text{Santimetre}}$$

$$= \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Elektrik ünitelerindeki bu tür diğer zorluklarda olduğu gibi, hızlı bir şekilde sık meydana gelen kombinasyonları tanımaya başlar.

Machine Translated by Google



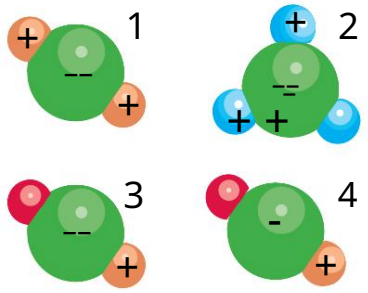
Tartış ma soruları

A. Elektrik alanının tanımında test yükünün 1 olması gerekiyor mu?
kulomb? Olumlu mu olması gerekiyor?

B. Elektron veya proton gibi yüklübir parçacık, gövdesinden bir kuvvet hisseder mi?
kendi elektrik alanı?

C. Hiçbir şey takılı olmayan bir duvar prizini çevreleyen bir elektrik alanı var mı?
içine mi, yoksa masanın üzerinde duran bir pil mi?

D. Pille çalışan bir el fenerinde elektrik alanları hangi yönügösterir?
Tellerin içindeki alanlar nasıl olurdu? Ampulün filamentinin içinde mi?



Tartış ma sorusu H.

E. Aşağıdaki ifadeyi eleştirin: "Bir elektrik alanı, bir
akımın nasıl aktığını gösteren oklar denizi."

F. Bir nokta yükünün alanı, | |=/Tekdüze yükü $\vec{E} = k\frac{Q}{r^2}$, yukarıdaki kendi kendine kontrolden türetilmiş tir.
bir kürenin alan deseni,
nokta şarj alanı?

G. Dengedeki mükemmel bir elektrik iletkeninin içi sıfır olmalıdır.
elektrik alanı, aksi takdirde içindeki serbest yükler sürüklenecekti.
alana tepki verir ve dengede olmazdı. alan ne olacak
tam bir iletkenin yüzeyinde mi? Bir alan olasılığını düşünün
yüzeye dik veya paraleldir.

H. Şekilde gösterilen moleküllerin ve moleküler iyonların dipol momentlerini karşılaştırın.
figür.

I. Hiçbir şekilde elektrikle hazırlanmamış küçük kağıt parçaları
yüklübir bant parçası gibi yüklübir nesne ile alınabilir. bizim
yeni terminoloji, bandın yükünübir dipol indüklemek olarak tanımlayabiliriz.
gazetede bir an. Benzer bir teknik, sadece bir
dipol an ama bir yük?

Machine Translated by Google

5.4 Düzgün Olmayan Alanlar İçin Gerilim

Matematik konusunda bilgili okuyucu, alanı genellemede zorluk çekmeyecektir.
değişken bir alan durumunda voltaj ilişkisi. potansiyel enerji
değişken bir kuvvetle ilişkili

$$PE = -\int F\,dx \qquad \text{[tek boyut]},$$

elektrik alanlarını bulmak için q'ya böleriz

$$V = -\int E\,dx \qquad \text{[tek boyut]}.$$

Matematik verimlerinin temel teoremini uygulamak

$$E = -\frac{dV}{dx} \qquad \text{[tek boyut]}.$$

Örnek: ile ilişkili voltaj a nokta şarjı
Soru: Nokta şarjla ilişkili voltaj nedir?
Çözüm: Daha önce bir kendi kendine kontrolde elde edildiği gibi, alan

$$|E| = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

Aynı yarıçaptaki iki nokta arasındaki voltaj farkı
çizgi

$$V_{\text{içinde}} = -\int E\,dx$$

Yukarıdaki genel tartışmada, x sadece genel bir isimdi.
çizgi boyunca bir noktadan diğerine kat edilen mesafe, yani
bu davada gerçekten demek r.

$$V_{\text{içinde}} = -\int_{r_1}^{r_2} k\frac{q}{r^2}\,dr$$

$$= -kq\left[-\frac{1}{r_2} - \left(-\frac{1}{r_1}\right)\right]$$

$$= kq\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right).$$

Standart sözleşme kullanmaktır $r_1 =$ bir referans noktası olarak, yani
gerilim olduğunu

$$V_{\text{içinde}} = \frac{kq}{r}.$$

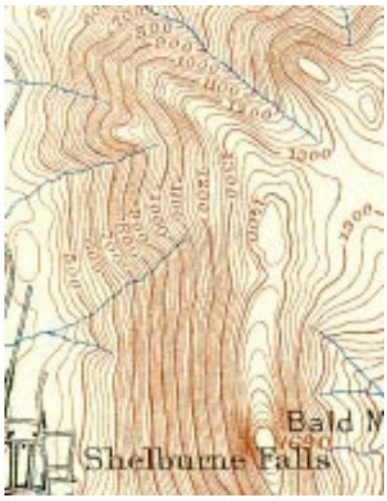
Yorum, pozitif bir test ücretini daha yakına getirirseniz
pozitif bir yüke, potansiyel enerjisi artar; olsaydı
serbest bırakılırsa, bunu kinetik enerji olarak salıvererek uzaklaşırdı.

Kendi Kendine Kontrol

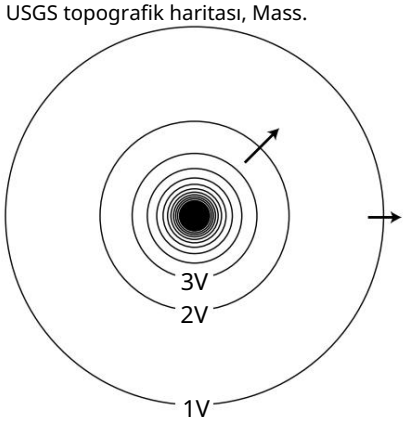
Bir nokta yükü alanı için ifadeyi şu şekilde kurtarabileceğinizi gösterin.
türevi değerlendirmek $V = -\int E_{\text{içinde}}\,dx$.

Machine Translated by Google

5.5 İki veya Üç Boyut



(a) Shelburne Şelaleleri'nin 19. yüzyıl USGS topografik haritası, Mass.



(b) Noktasal bir yüküçevreleyen sabit voltaj eğrileri. Yakınında şarj, eğriler çok yakın bu konuda bir araya geldikleri aralıklı ile sonlu genişlik nedeniyle çizim ne çekildiler. Bazı elektrik alanları oklarla gösterilmiştir.

Şekil (a)'da gösterilen topografik harita, alan ve gerilim arasındaki ilişkiyi iki boyutta görselleştirin. Her biri haritadaki kontur, sabit yükseklikte bir çizgidir; bunlardan bazıları etiketli yükseklikleri ayak birimlerindedir. Yükseklik yerçekimi ile ilgilidir potansiyel enerji, yani yerçekimi analojisinde yüksekliği şöyle düşünebiliriz: voltajı temsil eder. Kasabada olduğu gibi, kontur çizgilerinin birbirinden uzak olduğu yerlerde, eğim yumuşaktır. Birbirine yakın çizgiler dik bir eğimi gösterir.

Düz bir çizgide yürürsek, şehirden dümdüz doğu deyin, o zaman yükseklik (voltaj) doğu-batı koordinatı x'in bir fonksiyonudur. olağan kullanma eğimin matematiksel tanımı ve sırasıyla yükseklik için V yazılması bize elektrik analojisini hatırlatmak için, böyle bir çizgi boyunca eğim V/ x'tir, veya eğim sabit değilse dV/dx .

Ya her şey düz bir çizgiyle sınırlı değilse? Su tepeden aşağı akar. Haritadaki akışların nasıl dikey olarak kesildiğine dikkat edin. sabit yükseklikte çizgiler.

Voltajları, şekil (b)'de gösterildiği gibi aynı şekilde haritalamak mümkündür. Elektrik alanı, sabit voltaj eğrilerinin en yakın olduğu yerde en güçlüsüdür. birlikte ve elektrik alan vektörleri her zaman sabit voltaj eğrileri.

Aşağıdaki sayfadaki şekiller, bazı yol örneklerini göstermektedir. alan ve voltaj modellerini görselleştirin.

Matematiksel olarak, önceki bölümün hesabı, aşağıdaki gibi üç boyut:

$$E_x = -dV/dx$$

$$E_y = -dV/dy$$

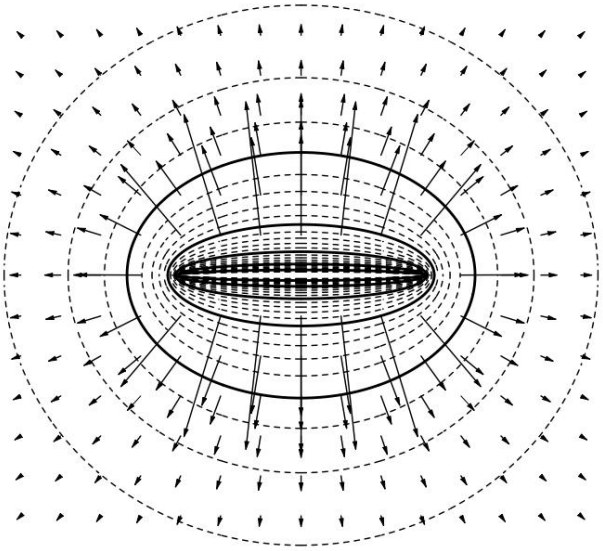
$$E_z = -dV/dz$$

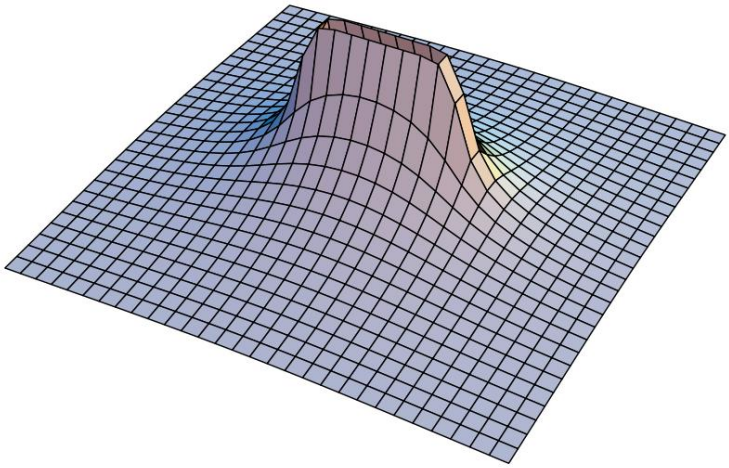
Kendi Kendine Kontrol

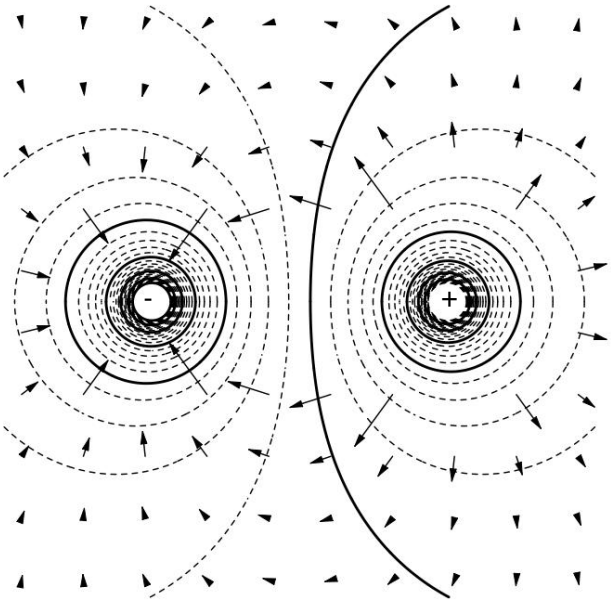
Topografik haritanın yükseklikten çok voltajı temsil ettiğini hayal edin. (a) Haritanın merkezine yakın bir yerde başlayan akışı göz önünde bulundurun. belirle Dand'in olumlu ve olumsuz işaretleri, bunları aşağıdakilerle ilişkilendirir: E_x $-dV/dx$ E_y $-dV/dy$ akımı dirence karşı ileriten kuvvetin yönü sürtünme. (b) Bu haritada çok fazla elektrik yükübulmak isterseniz, nerede bakar mısın

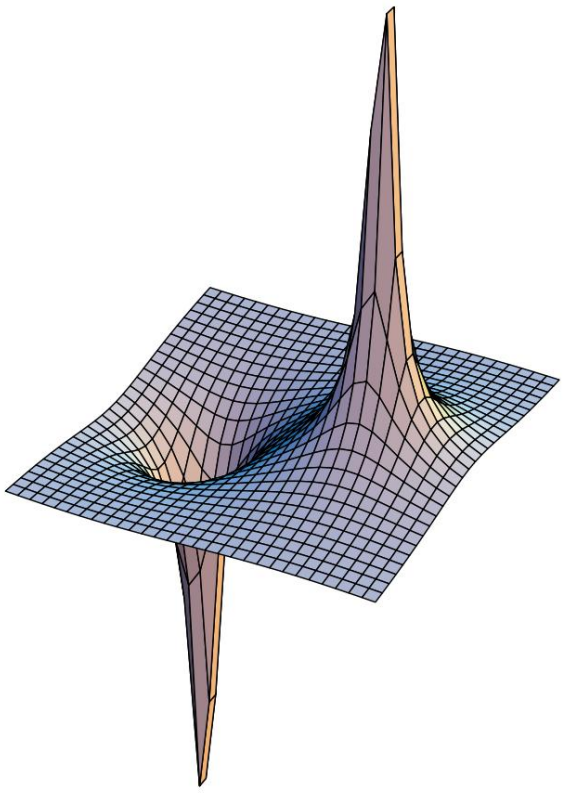
(a) Doğuya veya kuzeye doğru gidildikçe gerilim (yükseklik) artar. Pozitif yönün doğu olmasına izin verirsek ve kuzey olmak için pozitifi seç, sonra her ikisine de pozitif olmaya cesaret et. Bu demektir ki E_x $-dV/dx$ ve E_y $-dV/dy$ her ikisi de olumsuzdur, E_x ve E_y bu mantıklı, çünkü su negatif yönlerde (güney ve batı) akıyor. (b) elektrik tarlaların hepsi yüksek yerden uzağa işaret ediyor. Bu bir elektrik haritası olsaydı, büyük bir Sırtın tepesi boyunca ve özellikle güney ucuna yakın dağ zirvesinde yük konsantrasyonu.

Machine Translated by Google









İki boyutlu alan ve gerilim modelleri.

Tepe: Düzgün yüklü çubuk. Alt: Bir dipol.

Her durumda, soldaki diyagram alan vektörlerini ve sabit voltaj eğrilerini gösterirken, sağdaki diyagram bir fonksiyonu olarak voltaj (yukarı-aşağı koordinat) x ve Y.

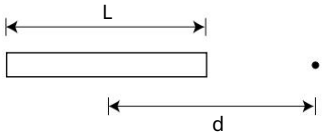
Alan diyagramlarının yorumlanması: Her ok, kuyruğunun konumlandığı noktadaki alanı temsil eder. Açıklık için, çok güçlü alan kuvvetine sahip bölgelerdeki bazı oklar gösterilmemiştir - gösterilmeleri çok uzun olacaktır.
Sabit voltaj eğrilerinin yorumlanması: Çok güçlü alanların olduğu bölgelerde, eğriler gösterilmez çünkü katı siyah bölgeler oluşturmak için bir araya getirin.
Perspektif grafiklerini yorumlama: Her şeyi üç boyutlu olarak görselleştirsek de, bunların gerçekten iki boyutlu voltaj kalıpları temsil ediliyor. Üçüncü (yukarı-aşağı) boyut, konumu değil voltajı temsil eder.

Machine Translated by Google

5.6* Sürekli Yük Dağılımının Elektrik Alanı

Yük gerçekten ayrı parçalar halinde gelir, ancak genellikle matematiksel olarak bir dizi yüküsürekli bir sıvı gibi işlemek için uygun uzayın bir bölgesine yayılır. Örneğin, yüklübir metal top tüm yüzeyi boyunca neredeyse eşit bir şekilde yayılmış yüke sahiptir ve çoğu için Bu tekdüzeliğin bozulduğu gerçeğini görmezden gelmek mantıklı olacaktır. atom düzeyinde. Böyle sürekli bir yükün oluş turduğu elektrik alanı dağılım, her parçası tarafından oluş turulan alanların toplamıdır. izin verirsek "parçalar" sonsuz derecede küçülür, sonsuz sayıda toplamımız olur bir integral olan sonsuz küçük sayılar. Ayrık bir toplam olsaydı, x yönündeki toplam elektrik alana sahip olacaktır .

bireysel alanların x bileşenleri ve benzer şekilde y için toplamlarımız olurdu ve z bileşenleri. Sürekli durumda, üç integralimiz var.



Örnek: a alanı düzgün yüklüçubuk
Soru: Düzgün bir şekilde yayılan bir şarjla yüklenmiştir. Q
merkezinden uzak bir noktada elektrik alanını bulunuz. d
çubuk, çubuğun ekseni boyunca.
Çözüm:

x =0 çubuğun merkezi olsun ve pozitif eksen olsun x
Sağa. Bu tek boyutlu bir durum, yani biz gerçekten sadece
boyunca toplam alanı temsil eden tek bir integral yapmanız gerekir.
x eksen. Çubuğu kısa parçalara ayırmayı hayal ediyoruz.
şarjlı uzunluk mesafesi d=(d/) q . Yük düzgün bir şekilde dağıldığı için
sonsuz olduğundan, büyük ölçüde kısa parçaların çubuk boyunca
olarak ele alabilir ve kullanabiliriz.
mesafe olduğunu kapalı kalktığını için dolayı d / 2 ifadenin yükten bulunduğumuz noktaya olan dr x -
x

Ilgilenen.

$$VE_x = \int \frac{k\, dq}{r^2}$$

$$= \int_{-L/2}^{L/2} \frac{k\, dx\, Q}{L\, r^2}$$

$$= \frac{kQ}{L} \int_{-L/2}^{L/2} \frac{dx}{(d-x)^2}$$

İntegral bir tabloda aranabilir veya bir
için yeni bir değişken değiştirerek temel form. Sonuç d-x
dr=dr

$$VE_x = \frac{kQ}{L}\left[\frac{1}{d-x}\right]_{-L/2}^{L/2}$$

$$= \frac{kQ}{L}\left(\frac{1}{d-L/2} - \frac{1}{d+L/2}\right) .$$

büyük değerler için d , parantez içindeki ifade küçülür
iki nedenden dolayı: (1) kesirlerin paydaları
büyük ve (2) iki kesir neredeyse aynı hale gelir ve
iptal etme eğilimindedir. Bu mantıklı, çünküalan
daha büyük değerler için d .

daha zayıf Ayrıca alanın sonsuz hale geldiğine dikkat etmek ilginçtir.
çubuğun uçları, ancak çubuğun iç kısmında sonsuz değildir.
Bunun neden olduğunu fiziksel olarak açıklayabilir misiniz?

Machine Translated by Google

Özet

Seçilmiş Kelime

alan ..... uzayda bir noktanın özelliği tanımlayan olacak kuvvetler
orada olsaydı bir parçacık üzerinde uygulanan
batmak ..... alan vektörlerinin yakınsadığı bir nokta
kaynak ..... alan vektörlerinin ayrıldığı bir nokta; genellikle daha kapsayıcı olarak kullanılır
yakınsama veya uzaklaşma noktalarına atıfta bulunmak
elektrik alanı ..... verilen bir noktada bir test yüküne uygulanan birim yük başına kuvvet
Uzay
yerçekimi alanı ..... belirli bir noktada bir test kütlesine uygulanan birim kütle başına kuvvet
Uzay
elektrik dipol ..... bir taraftaki pozitif yük arasında dengesizlik olan bir nesne
ve diğer tarafta negatif yük; deneyimleyecek bir nesne
elektrik alanındaki tork

gösterim

g ..... yerçekimi alanı
VE ..... elektrik alanı

D..... bir elektrik dipol momenti

Kullanılan Notasyon Diğer kitaplar

d,p,m ..... elektrik dipol momenti için diğer gösterimler

Özet

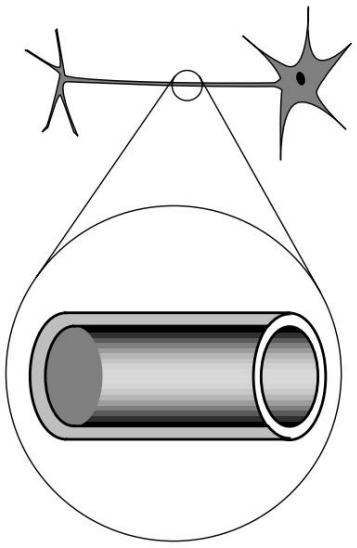
Newton, kuvvetlerin uzaya anında ulaştığı bir evren tasarladı, ancak şimdi biliyoruz
bir köşesinde kütle ve yükün konfigürasyonunda bir değişiklikten önce bir zaman gecikmesi olduğunu
evren, çok uzaklarda yaşanan güçlerde bir değişiklik olarak kendini hissettirecektir. Biz dışarıyı hayal ediyoruz
görünmez bir evren dolgusunda bir dalgalanma gibi bir değişimin yayılması kuvvet alanı .

Belirli bir noktada, yerçekimi alanı, birim kütle başına kuvvet olarak tanımlarız.
bu noktada ve aynı şekilde birim yük başına kuvvet olarak tanımlanır. Bu alanlar vektörlerdir,
ve birden çok kaynak tarafından oluşturulan alanlar, vektör toplama kurallarına göre eklenir.

Elektrik alanı sabit olduğunda, paralel bir doğru üzerinde bulunan iki nokta arasındaki voltaj farkı
alan, alanla denklemi ile ilişkilidir. $_{\text{İÇİNDE}} = -Ed$, nerede d iki nokta arasındaki mesafedir.

Machine Translated by Google

Ödev Sorunları



Sorun 1.

1 . Artık aş ina olduğumuz nöronumuzda, hücre zarının iç ve dış yüzeyleri arasındaki voltaj farkı, dinlenme durumunda yaklaş ık Vout-Vin = –70 mV'dir ve zarın kalınlığı yaklaş ık 6,0 nm'dir (yani sadece yaklaş ık yüz atom kalınlığında). Membran içindeki elektrik alan nedir?

2. (a) Bir otomobil motorunun bujisindeki elektrotlar arasındaki boş luk 0,060 cm'dir. Benzin-hava karış ımında bir elektrik kıvılcımı üretmek için 3,0x106 V/m'lik bir elektrik alanı elde edilmelidir. Bir arabayı çalış tırırken, ateş leme devresi tarafından hangi minimum voltaj sağlanmalıdır? Alanın sabit olduğunu varsayalım. (b) Elektrotlar arasındaki boş luğun küçük olması sakıncalıdır çünkükolayca tıkanabilir ve bunu ölçmek için özel aletler gerekir. Neden daha geniş boş luklu bujiler tasarlamıyorlar? 3. (a) t=0 anında, küçük, pozitif yüklübir cisim, hareketsiz, E büyüklüğündeki düzgün bir elektrik alanına yerleş tirildi. Hızını, v'yi t, E ve cinsinden veren bir denklem yazın kütle ve yük m ve q. (b) Bu iki farklı cisimle yapılırsa ve aynı harekette oldukları gözlenirse, kütleleri ve yükleri hakkında ne sonuca varabilirsiniz?
(Örneğin, radyoaktivite keş fedildiğinde, bu tür bir deneyde onun bir formunun bir elektronla aynı harekete sahip olduğu bulundu.)

4«. Dipol ekseni boyunca uzak bir noktada, iki yüklübasit bir dipol tarafından üretilen elektrik alanının büyüklüğünün, D/r 3 ile orantılı olarak iyi bir yaklaş ıklık olduğunu gösterin. r uzaklık nerede dipol. [İpucu: 1 + ε küçük ε.] 5 yaklaş ımını $\left(\text{ımını}\right)^{p}$ 1 +pε için geçerli olan kullanın. Bir dipolün alanının D/r3 ile orantılı olduğu göz önüne alındığında (önceki probleme bakın), voltajının D/r2 olarak değiş tiğini gösterin . (Pozitif ve negatif iş aretleri ve orantısallığın sayısal sabitlerini yok sayın.) 6 . Bir karbon dioksit molekülü, bir çizgi boyunca üç atomun tümüile OCO gibi yapılandırılmış tır. Oksijen atomları, karbonu pozitif bırakarak biraz fazladan negatif yük alır. Bununla birlikte, molekülün simetrisi, örneğin V şeklindeki bir su molekülünün aksine, genel bir dipol momentine sahip olmadığı anlamına gelir. D büyüklüğündeki bir dipolün voltajı D/r2 ile orantılıyken (önceki probleme bakın), bir karbon dioksit molekülünün ekseni boyunca voltajının molekülden k/r3 uzaklığına eş it olduğu ve k'nin bir sabit olduğu ortaya çıktı. r nerede r mesafesindeki bir karbon dioksit molekülünün elektrik alanı ne olurdu ?

7 . Bir proton, elektrik alanının E=a+bx3 ile verildiği bir bölgededir . Eğer proton x1 =0'da hareketsiz olarak baş lıyorsa, x2 konumuna ulaş tığında hızını, v'yi bulun . Cevabınızı a, b, x2 , ve kütle, proton yükü verin.

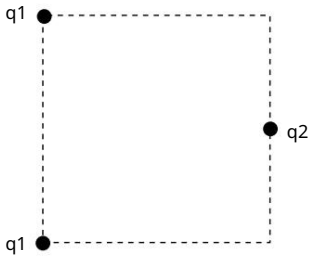
SA çözümükitabın arkasında verilmiş tir. « Zor bir sorun. Bilgisayarlı cevap kontrolümevcuttur. Hesap gerektiren bir problem.

Machine Translated by Google

8«. Toplam yüküq ve yarıçapı b olan düzgün bir halkanın yarattığı elektrik alanını düşünün . (a) Halka düzleminden a mesafesinde halka ekseni üzerindeki bir noktadaki alanın kqa(a2 +b2) –3/2 olduğunu gösterin. (b) Bu ifadenin a=0 için ve a'nın b'den çok daha büyük olması için doğru

davranış a sahip olduğunu gösterin. 9 S. Sonsuz düzgün yüklübir düzlemin yarattığı elektrik alanını düşünün. 8. problemin sonucundan başlayarak, herhangi bir noktadaki alanın 2πkσ olduğunu, burada σ düzlemdeki yükün yoğunluğu, metre kare başına coulomb birimi olarak gösteriniz. Sonucun düzlemden olan mesafeden bağımsız olduğuna dikkat edin. [İpucu: Düzlemi, alanın değerlendirildiği noktaya en yakın düzlemde ortalanmış olarak sonsuz küçük eş merkezli halkalar halinde dilimleyin. Toplam alanı bulmak için bu noktada halkaların alana katkılarını entegre edin.] 10 . Tek

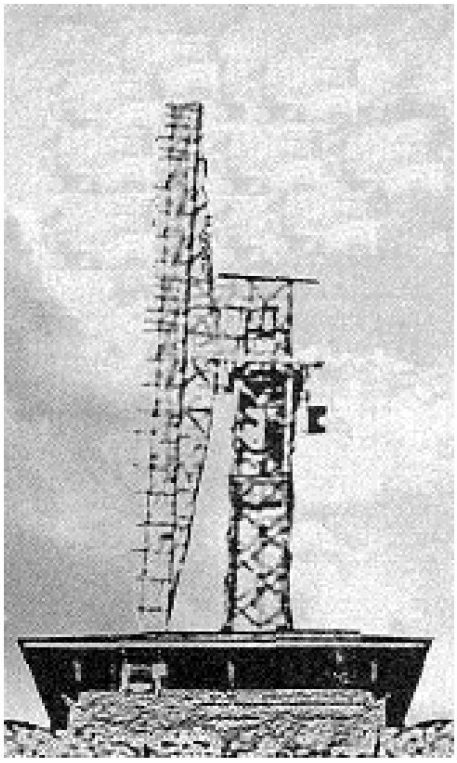
yönde sonsuza uzanan düzgün yüklübir silindirin yarattığı elektrik alanını düşünün. (a) 8. problemin sonucundan başlayarak, silindirin ağzının merkezindeki alanın 2πkσ olduğunu gösterin, burada σ silindir üzerindeki yük yoğunluğu, metrekare başına cou lombs birimindedir. [İpucu: 8. problemdekine benzer bir yöntem kullanabilirsiniz.] (b) Bu ifade silindirin yarıçapından bağımsızdır. Bunun neden böyle olması gerektiğini açıklayın. Örneğin, silindirin yarıçapını iki katına çıkarırsanız ne olur?



Sorun 11.

11 S. Üç yük gösterildiği gibi bir kare üzerine yerleştirilmiştir. Üç suçlama da pozitif. Hangi q2 /q1 değeri karenin merkezinde sıfır elektrik alanı üretecektir?

Machine Translated by Google



Sitka, Alaska'da İkinci Dünya Koğuş unda bir radar kurulumu.

6 Elektromanyetizma

Nükleer bombanın II. Dünya Savaş ı'nın sonunu nasıl etkilediğinin hikayesini herkes biliyor. Ancak Hiroş ima ve Nagazaki bombalamaları, Almanya'nın zaten yenildiği ve Japonya'nın teslim olması an meselesi olduğu zaman geldi.* Çok daha az bilinen, ancak savaş ın sonucu için daha önemli olan, fizikten farklı bir katkıydı: radar. Teorik fizikçiler James Clerk Maxwell'in önceki yüzyıldaki çalış malarına dayanan bu yeni teknoloji, Britanya Savaş ı olarak bilinen hava savaş ında belirleyici bir rol oynadı. İngiliz radar savunmaları olmasaydı, Hitler İngiltere'yi fethetmeyi baş arabilir ve savaş ı kazanmaya devam edebilirdi.

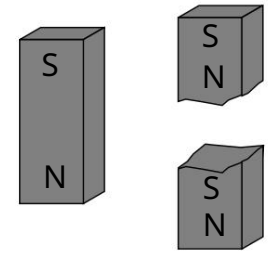
Bu bölümde manyetik alanı, onun elektrik alanla yakın iliş kisini ve birbirine bağlı elektrik ve manyetik alanlardan oluş an dalgaların varlığını tartış acağız.

* Bombalamalar, fiziğin tarih sahnesinde hüzünlübir görünümüydü Bombalar üzerinde çalış an fizikçilerin çoğu, bunların ş ehirlere yapılan ilk saldırıda değil, yalnızca gösteriler için kullanılacağını varsaymış tı, ancak kısmen Japonya'nın iş gali gerekmeyeceğinden dolayı, kısmen susturulduktan sonra eleş tiriler susturuldu. ş iddetli direniş e karş ı. (Kiş isel bir kayda göre, her iki büyükbabam da savaş sırasında Pasifik'teydi ve böyle bir istila sırasında öldürülmeleri pek olası değil.) Sayısal olarak, Tokyo'nun Amerikan bombalamasında öldürülen insan sayısı, Daha sonraki nükleer saldırılarda ölenlerin sayısı ve her ikisi de Nanking'de Japonlar tarafından tecavüze uğrayan veya öldürülen Çinli sivillerin sayısı karş ısında gölgede kaldı. Yine de, nükleer silahların ilk kez serbest bırakılmasının farklı bir ş ey olduğunu, bir tür tabuyu yıktığını hissetmekten kendinizi alamazsınız.

Birçok fizikçi, hatta 1945'ten sonra doğanlar bile, yaptıkları sanatın nükleer silahların tüm biyosferimizi tehlikeye attığı bir çağa yol açtığı için kolektif bir suçluluk duygusu hissediyor. O dönem Soğuk Savaş ile birlikte sona ermedi ve nükleer silahların Pakistan ve Hindistan'da mı yoksa baş ka bir yerde mi tekrar kullanılacağını sadece zaman gösterecek.

Machine Translated by Google

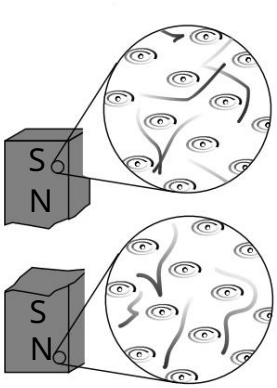
6.1 Manyetik Alan



(a)

Manyetik monopoller yok Bir avuç elektrik dipol ve bir avuç çubuk mıknatısla oynayabilseydiniz, çok benzer görünürlerdi. Örneğin, bir çift çubuk mıknatıs kendilerini baş tan sona hizalamak ister ve bir çift elektrik dipol aynı ş eyi yapar. (Maalesef bu ş ekilde ele alınabilecek kalıcı bir elektrik dipolüyapmak o kadar kolay değil çünküş arj sızıntı yapma eğiliminde.)

Bununla birlikte, sonunda iki tür nesne arasında önemli bir fark göreceksiniz. Elektrik dipolleri, izole edilmiş pozitif yükler ve negatif yükler oluş turmak için parçalanabilir. İki uçlu cihaz, iki uçlu olmayan parçalara bölünebilir. Ancak bir çubuk mıknatısı ikiye bölerseniz, (a), iki küçük iki uçlu nesne yaptığınızı göreceksiniz.



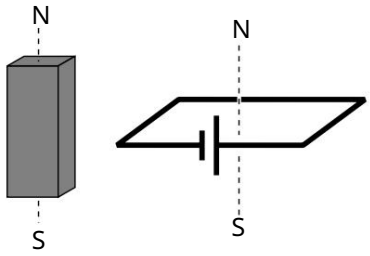
(b)

Bu davranış ın sebebini mikroskobik bakış açımızdan tahmin etmek zor değil. kalıcı demir mıknatısların resmi. Bir elektrik dipolünün bir ucunda yoğunlaş tırılmış ekstra pozitif "madde" ve diğer ucunda ekstra negatif vardır. Öte yandan çubuk mıknatıs, manyetik özelliklerini iki uçtaki manyetik "malzemelerin" dengesizliğinden değil, elektronlarının dönüş ünün yöneliminden alır. Bir uç, eksenden aş ağıya bakıp elektronların saat yönünde döndüğünü görebildiğimiz uç, diğeri ise saat yönünün tersine gidiyor gibi görünecekleri uçtur. Mıknatısın bir ucundaki "eş ya" ile diğer ucundaki "eş ya" arasında hiçbir fark yoktur, (b).

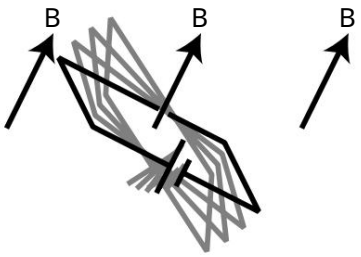
Hiç kimse tek bir manyetik kutbu izole etmeyi baş aramadı. Teknik dilde, manyetik monopollerin yok gibi göründüğünüsöylüyoruz. Elektrik tekelleri var - yükler budur.

Elektrik ve manyetik kuvvetler birçok yönden benzer görünmektedir. Her ikisi de uzaktan hareket eder, ikisi de çekici veya itici olabilir ve her ikisi de maddenin yük adı verilen özelliğiyle yakından iliş kilidir. (Manyetizmanın hareket eden yükler arasındaki bir etkileş im olduğunu hatırlayın.) Fizikçilerin estetik duyuları uzun zamandır rahatsız olmuş tur çünkübu görünüş teki simetri, elektrik monopollerinin varlığı ve manyetik monopollerin yokluğu ile bozulmaktadır. Belki de manyetik tek kutuplu parçacıklardan oluş an egzotik bir madde formu vardır. Bu tür parçacıklar kozmik ış ınlarda veya ay kayalarında bulunabilseydi, bu, görünen asimetrinin fizik yasalarında değil, evrenin bileş imindeki bir asimetri olduğunun kanıtı olurdu. Kuş kusuz bu öznel nedenlerle, manyetik monopoller için çeş itli araş tırmalar yapılmış tır. Olağan maddeye gömülümanyetik monopolleri aramak için olumsuz sonuçlarla deneyler yapıldı. 1960'larda Sovyet fizikçileri, parçacık hızlandırıcılarda manyetik monopoller yaratıp tespit ettiklerine dair heyecan verici iddialarda bulundular, ancak sonuçları orada veya diğer hızlandırıcılarda yeniden üretme giriş imlerinde baş arı sağlanamadı. Fermilab'daki en üst kuark araş tırmasından elde edilen verilerin yeniden analiz edilmesiyle yapılan en son manyetik monopol araş tırması, hiçbir aday ortaya çıkarmadı; bu, monopollerin doğada bulunmadığını ya da son derece kütleli olduklarını ve dolayısıyla hızlandırıcılarda yaratılmasının zor olduğunu gösteriyor. .

Machine Translated by Google



(c) Bir pil boyunca kısa devre yapan kare bir tel döngüsünden yapılmış standart bir dipol. Bir çubuk mıknatıs gibi davranır, ancak gücüdaha kolay ölçülebilir.



(d) Bir dipol kendisini çevreleyen manyetik alana göre hizalama eğilimindedir.

Manyetik alanın tanımı

Manyetik monopoller var gibi görünmediğinden, fazla bir şey yapmazdı.
Bir test monopolüzerindeki kuvvet cinsinden bir manyetik alanı tanımlamanın anlamı.
Bunun yerine, elektrik alanının alternatif tanımının felsefesini takip ediyoruz ve alanı bir manyetik test dipolüzerindeki tork cinsinden tanımlıyoruz. Manyetik pusulanın yaptığı tam olarak budur: İğne, manyetik dipol gibi davranan ve bize dünyanın manyetik alanının yönünügösteren küçük bir demir mıknatıstır.

Bununla birlikte, bir manyetik alanın gücünütanımlamak için bir yola ihtiyacımız var.
bir test dipolünün gücünütanımlamak için, yani manyetik dipol momentinin bir tanımına ihtiyacımız var. Belirli özelliklere göre yapılmış bir demir kalıcı mıknatıs kullanabiliriz, ancak böyle bir nesne gerçekten sadece bazıları hizalanmış birçok demir atomundan oluşan son derece karmaşık bir sistemdir. Daha temel bir standart dipol, bir kare akım döngüsüdür. Bu, bir pil boyunca kısa devre yapan bir kare telden oluşan küçük dirençli devre olabilir.

Böyle bir döngünün, bir manyetik alana yerleştirildiğinde, yüzeyi belirli bir yönügösterecek şekilde düzlemi hizalama eğiliminde olan bir tork deneyimlediğini göreceğiz. (Döngüsimetrik olduğundan, bulunduğu düzlemi değiştirmeden onu bir tekerlek gibi döndürmemiz önemli değildir.) Manyetik alanın yönüolarak tanımlayacağımız, tercih edilen bu yüz yönüdür.

Deneyler, döngünün alanla uyumsuz olup olmadığını gösterir. üzerindeki tork, akımın miktarıyla ve ayrıca döngünün iç alanıyla orantılıdır. Akımla orantılılık mantıklıdır, çünkümanyetik kuvvetler hareketli yükler arasındaki etkileşimlerdir ve akım, yükün hareketinin bir ölçüsüdür. Döngünün alanıyla orantılılığı anlamak da zor değildir, çünkükarenin kenarlarının uzunluğunun artması hem bu dairesel "nehirde" bulunan yük miktarını hem de tork yapmak için sağlanan kaldıraç miktarını arttırır. Uzunlukla orantılılığın iki ayrı fiziksel nedeni, döngünün alanıyla aynı olan, uzunluğun karesiyle genel bir orantılılıkla sonuçlanır.

Bu nedenlerden dolayı, bir kare akım döngüsünün manyetik dipol momentini şu şekilde tanımlarız:

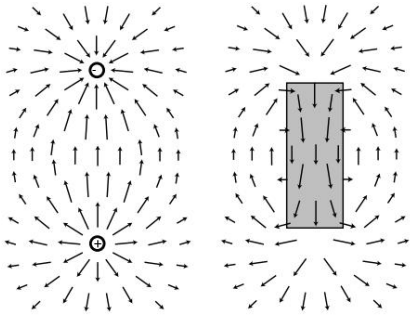
$$Dm = IA \quad \text{[bir kare döngünün manyetik dipol momentinin tanımı]} .$$

Şimdi manyetik alanı tamamen benzer bir şekilde tanımlıyoruz. elektrik alanının ikinci tanımı:

manyetik alanın tanımı Uzayda herhangi bir yerde manyetik alan vektörüB, bir kare akım döngüsünden oluşan bir manyetik test dipolüDmt üzerine uygulanan tork gözlemlenerek tanımlanır . Alanın büyüklüğü $|B| = \tau/Dmt \sin\theta$, burada θ, döngünün yanlış hizalandığı açıdır. Alanın yönüdöngüye diktir; iki dikeyden, eğer ona bakarsak, döngünün akımı saat yönünün tersine olacak şekilde birini seçiyoruz.

Bu tanımdan, manyetik alanın N. m/ A. m2 =N/A birimlerine sahip olduğunu buluyoruz. m. Bu hantal birim kombinasyonu tesla, 1 T=1 N/ A olarak kısaltılır. m. Sonunda saat yönünün tersine doğru olan kısmı ezberlemekten kaçının; bölüm 6.4'te nasıl anlayacağımızı göreceğiz

Machine Translated by Google



(ve) (f)

bu daha temel ilkeler açısından.

Manyetik monopollerin olmaması, bir elektrik alanının aksine, (e), manyetik olanın (f), hiçbir zaman kaynaklara veya lavabolara sahip olamayacağı anlamına gelir. Manyetik alan vektörleri, bir noktada hiçbir zaman yakınsamadan veya ayrılmadan kendi kendilerine geri dönen yollara öncülük eder.

6.2 Manyetik Alanların ve Kuvvetlerin Hesaplanması

Manyetostatik İki

nokta yük arasındaki elektrik kuvveti için nihai olarak Coulomb yasasına dayanan önceki elektrik kuvvetleri anlayış ımız üzerine inş a edilmiş elektrik alanı çalış mamız. Manyetizma nihai olarak akımlar arasındaki, yani hareketli yükler arasındaki bir etkileş im olduğu için, bize herhangi iki hareketli nokta yüküarasındaki manyetik kuvveti söyleyecek bir denklem olan Coulomb yasasının manyetik bir benzerini istemek mantıklıdır.

Böyle bir yasa maalesef yok. Coulomb yasası ş unları açıklar:
özel elektrostatik durumu: eğer bir dizi yük oturuyorsa ve hareket etmiyorsa, bize aralarındaki etkileş imleri söyler. Coulomb yasası, yükler hareket halindeyse baş arısız olur, çünküyüklerin konumlarındaki bir değiş ikliğin dış a doğru yayılmasındaki zaman gecikmesi için herhangi bir ödenek içermemektedir.

Bir çift hareketli nokta yükükesinlikle birbirlerine manyetik kuvvetler uygulayacaktır, ancak manyetik alanları teknelerin bıraktığı v-ş ekilli yay dalgaları gibidir. Her nokta yük, önceki bir konumdayken diğer yükten kaynaklanan bir manyetik alan yaş ar. Aralarındaki kuvveti bize yalnızca uzaydaki mevcut konumlarına dayanarak söyleyen bir kuvvet yasası oluş turmanın bir yolu yoktur.

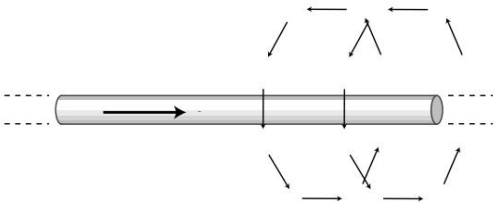
Bununla birlikte, pek çok önemli durumu kapsayan bir manyetostatik bilimi vardır. Manyetostatik, akımların sabit ve sürekli olduğu ve uzayda zamanla değiş meyen manyetik alanlara yol açan özel durumda akımlar arasındaki manyetik kuvvetleri tanımlar.

Nokta yükler için bir kuvvet yasasından bir manyetostatik oluş turamazsak, o zaman nereden baş lıyoruz? Yapılabilir, ancak gerekli matematik seviyesi (vektör hesabı) bu ders için uygun değildir. Neyse ki, ulaş abileceğimiz daha fazla bir alternatif var. Geçmiş nesillerin fizikçileri, bir tel bobini, bir dairesel döngüveya bir düz tel gibi çeş itli statik akım dağılımları tarafından oluş turulan alanlar için basit denklemler türetmek için fantezi matematiği kullandılar. Hemen hemen tüm pratik durumlar, ya doğrudan bu denklemler kullanılarak ya da vektör toplaması yapılarak, örneğin alanları birbirine eklenen iki dairesel döngünün alanı gibi bir durum için ele alınabilir.

Machine Translated by Google

Şekil, daha yaygın olanlardan bazıları için denklemleri göstermektedir.
alan modellerinin çizimleri ile karşılaşılan konfigürasyonlar. Yapma
denklemleri ezberleyin! μo sembolü, sabitin kısaltmasıdır.
4πx10 –7 T.m /A. Coulomb kuvvetinin manyetik karşılığıdır.
sabit k. Coulomb sabiti bize ne kadar elektrik alanın olduğunu söyler.

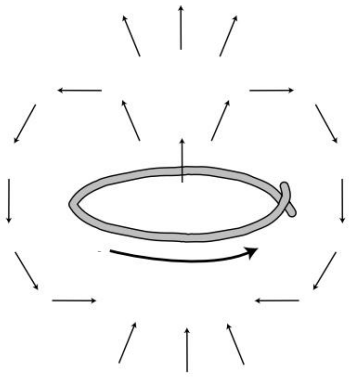
belirli bir miktarda şarj tarafından üretilirken, μo akımları manyetik ile ilgilidir.
alanlar. k'den farklı olarak , μo tasarımı nedeniyle belirli bir sayısal değere sahiptir.
metrik sistem.



I akımı taşıyan uzun, düz bir tel tarafından oluşturulan alan:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

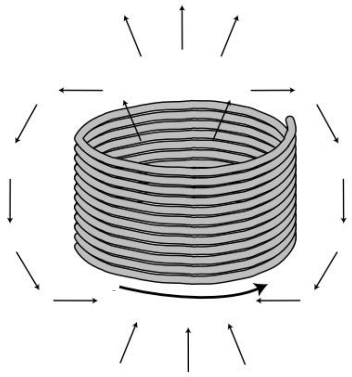
r telin merkezinden olan uzaklıktır. Alan
Burada vektörler tele dik düzlemlerde daireler çizer,
yönünden bakıldığında saat yönünde
akım.



Tek bir dairesel akım döngüsütarafından oluşturulan alan:
Alan vektörleri, dipol benzeri bir desen oluşturur.
döngüve dışarıdan geri. Her oval yol
alan vektörleri tarafından izlenirse saat yönünde görünür
zımbaladığında akımın gittiği yönden
içinden. alan için basit bir denklem yoktur.
uzayda rastgele bir nokta, ancak döngüye dik merkez boyunca
eksenuzanan bir nokta için alan

$$B = \frac{1}{\text{ben } 2\mu_0} b^2\left(b^2 + \text{——}^2\right)^{-3/2} ,$$

nerede b döngünün yarıçapı ve döngü ——— uzaklığıdır
düzleminden noktadır.



Bir solenoid (silindirik bobin) tarafından oluşturulan alan:
Alan deseni, tek bir döngününkine benzer, ancak
uzun solenoid alan vektörlerinin yolları çok
doğrudan bobinin içinde ve dışında bobinin hemen yanında.
Yeterince uzun bir solenoid için,
iç alan da hemen hemen tek biçimli hale gelir.
büyüklüğü

$$B = \mu_0 N / \ell ,$$

nerede N telin dönüş sayısı ve uzunluğu ℓ

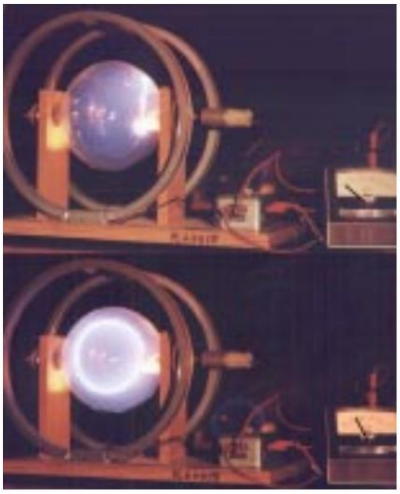
solenoidi ben . (Ders kitapları bunu genellikle μ olarak verir.0 n , nerede
$n = N / \ell$ dönüş sayısıdır birim uzunluk başına) Alan
ağızların yakınında veya dışında bobin sabit değildir ve daha fazlası
hesaplamak zor. (Bunun için oldukça basit bir denklem var.
eksen boyunca, içte ve dışta alan, ancak endişelenmeyeceğiz
onunla kendimiz.) Uzun bir solenoid için dış alan
iç alandan çok daha küçük.

Manyetik alan içinde hareket eden bir yüke uygulanan kuvvet

Artık bazı tipik durumlarda manyetik alanları nasıl hesaplayacağımızı biliyoruz,
ancak aşağıdakiler gibi manyetik kuvvetleri de hesaplayabilmek isteyebilirsiniz.
bir solenoidin hareketli yüklübir parçacık üzerindeki kuvveti veya aralarındaki kuvvet
iki paralel akım taşıyan tel.

Kendimizi yüklübir parçacık üzerindeki kuvvet durumuyla sınırlayacağız.
kuvveti hesaplamamızı sağlayan bir manyetik alan içinde hareket etmek

Machine Translated by Google



Manyetik kuvvetler, bir elektron demetinin bir daire içinde hareket etmesine neden olur. Işın içinde az miktarda hidrojen gazı bırakılmış bir vakum tüpünde yaratılmıştır. Elektronlardan birkaçı hidrojen moleküllerine çarparak ışık yaratır ve ışını görmemizi sağlar. Tüpün önündeki ve arkasındaki dairesel tel bobinlerinden bir akım (metre) geçirilerek bir manyetik alan üretilir. Alttaki şekilde, manyetik alan açıkken, elektronların hareket yönüne dik olan kuvvet onların bir daire içinde hareket etmelerine neden olur.

Biri hareketli yüklübir parçacık, diğeri ise manyetik alanını nasıl bulacağımızı bildiğimiz iki nesne arasında. Bir örnek, bir resim çizerken elektron ışınını yönlendirmek için bir TV tüpünün içindeki solenoidlerin kullanılmasıdır.

Deneyler, hareketli yüklübir parçacık üzerindeki manyetik kuvvetin tarafından verilen bir büyüklüğe sahiptir

$$|F| = q\,v\,B\,\text{günah}\,\theta \quad ,$$

burada v parçacığın hız vektörüdür ve θ, v ve B vektörleri arasındaki açıdır. Elektrik ve yerçekimi kuvvetlerinden farklı olarak, manyetik kuvvetler alan vektörüile aynı doğru üzerinde bulunmaz. Kuvvet her zaman hem v'ye hem de B'ye diktir . İki vektör verildiğinde, her ikisine de dik olan yalnızca bir doğru vardır, dolayısıyla kuvvet vektörübu doğru boyunca iki olası yönden birini gösterir. Pozitif yüklübir parçacık için, kuvvet vektörünün yönüöyledir ki, ona bakarsanız, B vektörüv vektöründen saat yönündedir ; negatif yüklübir parçacık için kuvvetin yönütersine çevrilir. Kuvvet parçacığın hareketine dik olduğundan, manyetik alanın onun üzerinde asla çalışmadığını unutmayın.

Örnek: MRI taraması sırasında halüsinasyonlar
Başın MRI taraması sırasında hastanın sinir sistemi yoğun manyetik alanlara maruz kalır. Sinir hücrelerinde yük taşıyan iyonların ortalama hızları oldukça düşüktür, ancak hasta aniden başını hareket ettirirse, manyetik alanın iyonlar üzerinde önemli kuvvetler oluşturması için hız yeterince yüksek olabilir. Bu, örneğin kızarmış domuz pastırması sesleri gibi görsel ve işitsel halüsinasyonlara neden olabilir.

6.3 İndüksiyon

Elektromanyetizma ve bağıl hareket

Bu noktaya kadar oluşturulan elektrik ve manyetik alanlar teorisi bir paradoks içermektedir. Fiziğin en temel ilkelerinden biri olan ve Newton ve Galileo'ya kadar uzanan ve günümüzde de etkisini sürdüren bu ilke, hareketin mutlak değil göreli olduğunu belirtir. Bu nedenle, fizik yasaları, hareketli bir referans çerçevesinde farklı bir şekilde işlememelidir, yoksa mutlak bir durgun durumdaki hangi referans çerçevesinin olduğunu söyleyebiliriz.

Mekanikten bir örnek olarak, bir çocuğun hareket halindeki bir arabanın arka koltuğunda bir topu aşağı yukarı fırlattığını hayal edin. Çocuğun referans çerçevesinde, araba duruyor ve manzara hareket ediyor; bu çerçevede top dümdüz yukarı ve aşağı gider ve Newton'un hareket yasalarına ve Newton'un yerçekimi yasasına uyar. Kaldırımdan izleyen bir gözlemcinin referans çerçevesinde, araba hareket ediyor ve kaldırım değil. Bu çerçevede, top bir parabolik yayı takip eder, ancak yine de Newton yasalarına uyar.

Bununla birlikte, elektrik ve manyetizma söz konusu olduğunda, ilk kez Einstein tarafından açıkça dile getirilen bir sorunumuz var: manyetizmanın hareketli yükler arasındaki bir etkileşim olduğunu söylersek, görünüşe göre hareket ilkesini ihlal eden bir fizik kanunu yaratmış oluruz. göreli, çünküfarklı çerçevelerdeki farklı gözlemciler, yüklerin ne kadar hızlı hareket ettikleri veya hatta hareket edip etmedikleri konusunda anlaşamayacaklardı. 1900 civarında bir öğrenci olarak Einstein'a öğretilen (ve inanmayan) yanlış çözüm, hareketin göreli doğasının elektrik ve manyetizmaya değil, sadece mekaniğe uygulanmasıydı. Einstein'ın nasıl olduğunun tam hikayesi

Machine Translated by Google

Göreli hareket ilkesini fizikteki hak ettiği yere geri getirmek, bu dizinin 6. kitabına kadar ele almayacağımız özel görelilik teorisini içerir. Bununla birlikte, birkaç basit ve nitel düşünce deneyi, hareketin göreli olduğu ilkesine dayanarak, elektrik ve manyetizma arasında yeni ve önceden şüphelenilmeyen bazı ilişkilerin nasıl olması gerektiğini göstermek için yeterli olacaktır. Bu ilişkiler, jeneratörler ve transformatörler gibi birçok pratik, günlük cihazın temelini oluşturur ve ayrıca ışığın kendisinin bir elektromanyetik fenomen olarak açıklanmasına da yol açar.

amca dayı

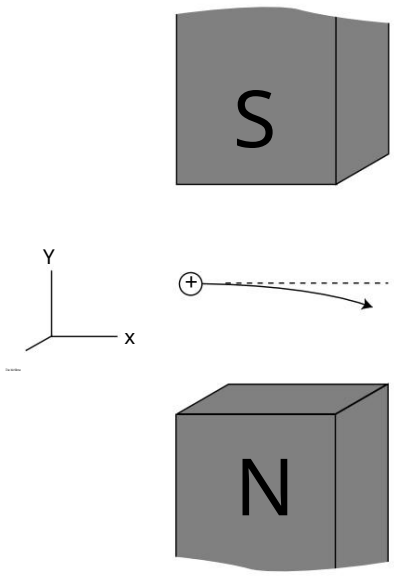
Aynı ruhla göreli hareketin elektriksel bir örneğini hayal edelim. arabanın arkasındaki çocuğun hikayesi gibi. Bir dizi pozitif yükümüz olduğunu varsayalım, (a). Gözlemci A, bu yüklere göre hareketsiz olan bir referans çerçevesindedir ve bir şişe fırçası gibi, yüklerden uzağa, her yöne işaret eden bir elektrik alan deseni oluşturduklarını gözlemler. Bununla birlikte, gözlemci B'nin yüklere göre sağa hareket ettiğini varsayalım. B söz konusu olduğunda, yükler (ve gözlemci A) sola doğru hareket ederken, hareketsiz olan odur. A ile uyumlu olarak, bir elektrik alanı gözlemler, ancak ona göre yükler hareket halinde olduğundan, uzayın aynı bölgesinde, tıpkı uzun, düz bir telde bir akımın oluşturduğu manyetik alan gibi bir manyetik alanı da gözlemlemesi gerekir. .

++++++++++

(a) Bir dizi pozitif yük.

Kim haklı? İkisi de haklı. A'nın referans çerçevesinde yalnızca bir E vardır, B'nin çerçevesinde ise hem E hem de B vardır . Göreceli hareket ilkesi bizi, referans çerçevemize bağlı olarak farklı bir alan kombinasyonu gözlemleyeceğimiz sonucuna varmaya zorlar. Her ne kadar kanıtlayamasak da (ispat özel göreliliği gerektirir, ki bunu 6. kitapta ele alıyoruz), her iki referans çerçevesinin de şeylerin tamamen kendi içinde tutarlı bir tanımını sağladığı doğrudur. Örneğin, bir elektron uzayın bu bölgesinden geçerse, hem A hem de B onun yön değiştirdiğini, hızlandığını ve yavaşladığını görecektir. A, bunu bir elektrik alanının sonucu olarak tam olarak açıklayacak, B ise elektronun davranışını elektrik ve manyetik kuvvetlerin bir kombinasyonuna bağlayacak.

Dolayısıyla, göreli hareket ilkesine inanıyorsak, elektrik ve manyetik alanların aynı madalyonun iki yüzüolan yakından ilişkili fenomenler olduğunu kabul etmeliyiz.

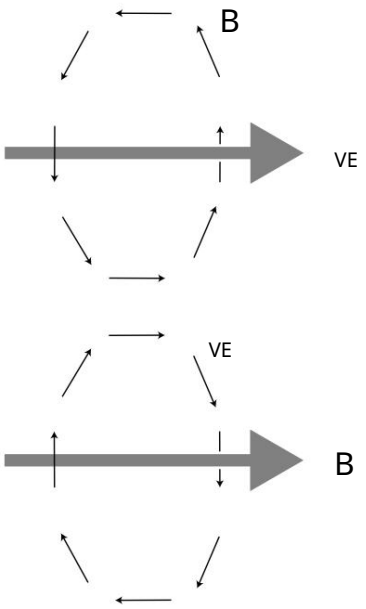


(b) Gözlemci A, pozitif yüklübir parçacığın, iki mıknatısın kutupları arasında, düzgün olduğunu varsaydığımız yukarı doğru bir manyetik alan bölgesinde hareket ettiğini görüyor. Eksen boyunca ortaya çıkan kuvvet, parçacığın yolunun bizim doğru eğilmesine

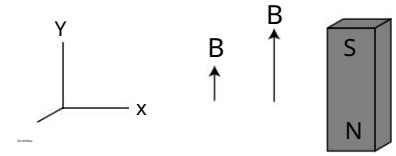
Şimdi şekil (b)'yi düşünün. Gözlemci A, çubuk mıknatıslara göre hareketsizdir ve parçacığın , bölüm 6.2'de verilen kurala göre z yönünde saptığını görür (kuvvet vektörüboyunca görüş , yani sayfanın arkasından, B vektörüv vektöründen saat yönünde).
Diğer yandan gözlemci B'nin x ekseni boyunca sağa doğru, başlangıçta parçacıkla aynı hızda hareket ettiğini varsayalım. B, çubuk mıknatısların sola doğru hareket ettiğini ve parçacığın başlangıçta durağan olduğunu ancak daha sonra düz bir çizgide z ekseni boyunca hızlandığını görüyor . Manyetizma, hareketli yüklerin hareketli yüklerle etkileşimi olduğu için, başlangıçta durağansa, bir manyetik alanın bir parçacığı harekete geçirmesi mümkün değildir. Böylece B, uzayın bu bölgesinde, z ekseni boyunca işaret eden bir elektrik alanı olduğu şeklindeki kaçınılmaz sonuca götürülür . Başka bir deyişle, A'nın saf bir B alanı olarak algıladığı şeyi B, E ve B'nin bir karışımı olarak görür .

Genel olarak, birbirine göre hareketsiz olmayan gözlemciler, farklı elektrik ve manyetik alan karışımlarını algılayacaklardır.

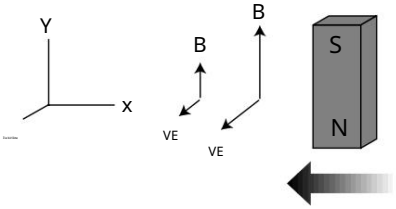
Machine Translated by Google

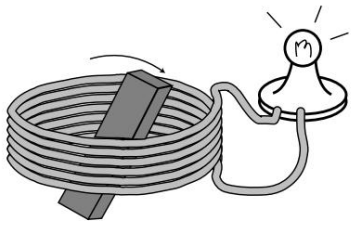


(c) İndüklenmiş alanların geometrisi. İndüklenen alan, onu üreten vektördeki değişim etrafında bir girdap havuzu modeli oluşturma eğilimindedir. Zıt yönlerde nasıl dolaştıklarını not edin.



(d) Gözlemci A, çubuk mıknatısa göre hareketsizdir ve farklı özelliklere sahip manyetik alanları gözlemler. mıknatıstan farklı mesafelerde kuvvetler.





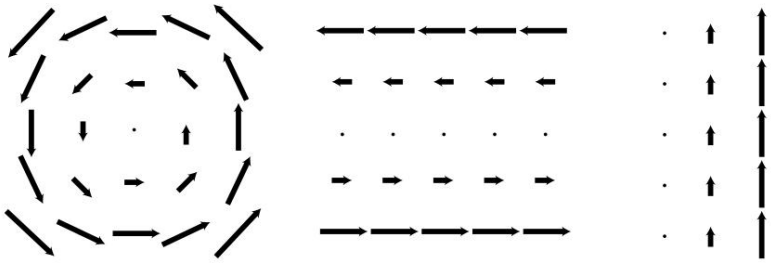
(f) Bir jeneratör.

indüksiyon prensibi

Şimdiye kadar yaptığımız her şey çok yararlı görünmeyebilir, çünkü Tek bir referans çerçevesine bağlı kaldığımız ve diğer çerçevelerdeki insanların ne düşündüğühakkında endişelenmediğimiz sürece şaşırtıcı bir şey olmayacak gibi görünüyor. Ancak, 1831'de Faraday tarafından deneysel olarak keşfedildiği ve aynı yüzyılda Maxwell tarafından matematiksel olarak araştırıldığı gibi, hikayenin tamamı bu değildir. Önce Faraday'ın fikrini belirtelim ve sonra buna benzer bir şeyin, hareketin göreli olduğu ilkesinden kaçınılmaz olarak nasıl çıkması gerektiğini görelim: indüksiyon ilkesi Zamanla değişen herhangi bir elektrik alanı, etrafındaki boşlukta bir manyetik alan üretecektir.

Zamanla değişen herhangi bir manyetik alan, etrafındaki boşlukta bir elektrik alanı üretecektir.

İndüklenen alan, şekil (c)'de gösterildiği gibi bir girdap modeline sahip olma eğilimindedir, ancak girdap görüntüsü tam anlamıyla alınmamalıdır; tümevarım ilkesi gerçekten sadece bir alan düzeni gerektirir, öyle ki, içine bir çark yerleştirilirse çark dönecektir. Aşağıdaki şekilde gösterilen tüm alan desenleri, tümevarımla oluşturulabilecek olanlardır; hepsinin saat yönünün tersine bir "kıvrımı" vardır:



Şekiller (d) ve (e), değişen bir B alanının neden bir E alanı yaratması gerektiğine dair temel nedenin bir örneğini göstermektedir . Yalnızca Coulomb yasasına inanansaydı ve tüm elektrik alanlarının elektrik yüklerinden oluştuğunu düşünseydi, elektrik alanı gözlemci B için açıklanamaz olurdu. Ancak tümevarım ilkesini biliyorsa, bu alanın varlığı beklenir.

(e) Mıknatısın solundaki bölgede asılı duran B gözlemcisi, mıknatısın kendisine doğru hareket ettiğini görür ve o bölgedeki manyetik alanın zaman geçtikçe güçlendiğini tespit eder. Şekil (b)'de olduğu gibi, eksen boyunca bir elektrik alanı vardır çünkü mıknatısa göre hareketsizdir. Sağdaki güçlü elektrik alanının sola yönelik alandan daha büyük olduğundan, elektrik alanına sokulan bir kanatlı çark yukarıdan görüldüğü gibi saat yönünde dönecektir. Soldaki daha zayıf elektrik alan tarafından yapılır.

Örnek: jeneratör

Bir jeneratör, (f), bir tel bobin içinde dönen kalıcı bir mıknatıstan oluşur. Mıknatıs bir motor veya krank tarafından döndürülür (gösterilmemiştir). Döndükçe, yakındaki manyetik alan değişir. İndüksiyon ilkesine göre, bu değişen manyetik alan, girdap desenli bir elektrik alanı ile sonuçlanır. Bu elektrik alan deseni, tel bobinleri etrafında dönen bir akım yaratır ve ampulü yakmak için bu akıma dokunabiliriz.

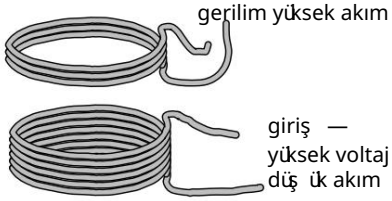
Machine Translated by Google

Kendi Kendine

Kontrol Arabanızı sürerken, motor, sabit mıknatıs sabitken bobinin dönmesi dışında, bir önceki sayfada gösterilene benzer bir jeneratör olan alternatör adı verilen bir cihaz kullanarak aküyü sürekli olarak şarj eder. yerinde. Arabanızın aküsü bitmişse, motoru çalıştırmak için neden alternatörü kullanmıyorsunuz?

Örnek: transformatör

Bölüm 4.3'te, yüksek gerilimler ve düşük akımlar kullanarak elektrik hatları üzerinden güç iletmenin avantajlarını tartıştık.
Ancak duvar prizlerimizin 10000 voltta çalışması masını istemiyoruz! Bu nedenle elektrik şirketi evinizin içinde daha düşük voltajlara ve daha yüksek akımlara dönüştürmek için transformatör (g) adı verilen bir cihaz kullanır. Giriş tarafındaki bobin bir manyetik alan oluşturur. Transformatörler alternatif akımla çalışır, bu nedenle giriş bobinini çevreleyen manyetik alan her zaman değişir. Bu, çıkış bobini etrafında bir akım tahrik eden bir elektrik alanı indükler.



(g) Bir transformatör.

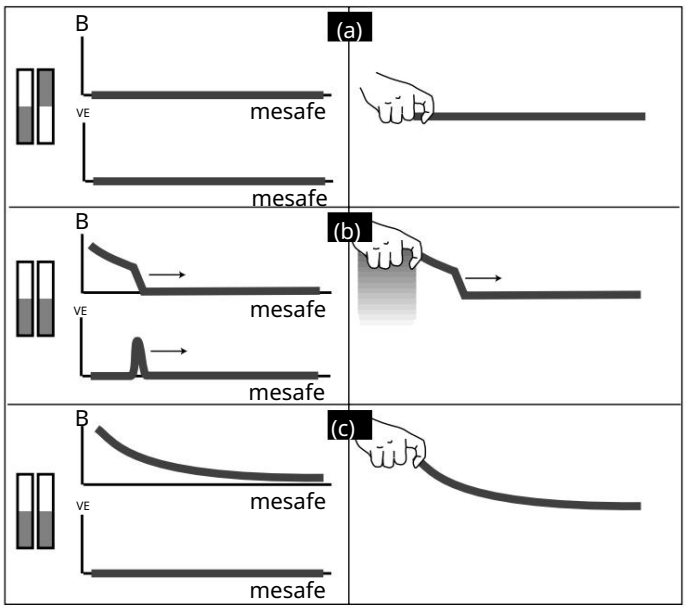
Her iki bobin de aynı olsaydı, düzenleme simetrik olurdu ve çıkış giriş le aynı olurdu, ancak daha az sayıda bobine sahip bir çıkış bobini, elektrik kuvvetlerine elektronları itmek için daha küçük bir mesafe verir.

Birim şarj başına daha az mekanik çalışma, daha düşük voltaj anlamına gelir. Bununla birlikte, enerjinin korunumu, çıkış tarafındaki güç miktarının orijinal olarak verilen miktara eşit olması gerektiğini garanti eder, bu nedenle bu azaltılmış gerilime bir in= artan akım eşlik etmelidir .

Tartışma sorusu

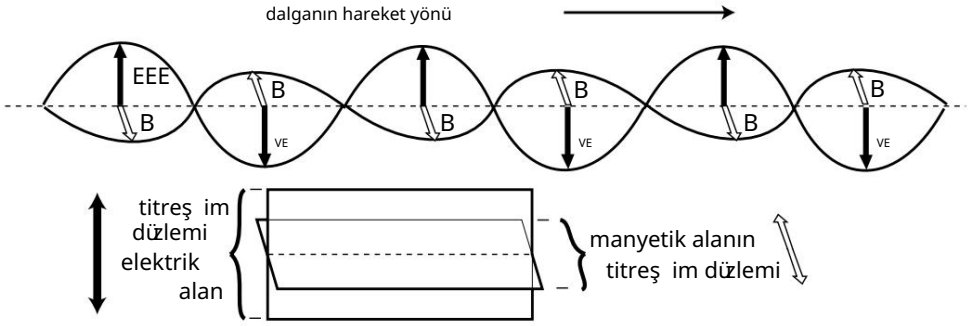
(b), (d) ve (e) şekillerinde, gözlemci B sağa doğru hareket etmektedir. Sola kaymış olsaydı ne olurdu?

Mekanik bir analoloji (sağda) ile bir indüksiyon örneği (solda). İki çubuk mıknatıs başlangıçta zıt yönlere (a) işaret ediyor ve manyetik alanları birbirini yok ediyor. Bir mıknatıs ters çevrilirse, (b) alanları güçlenir, ancak manyetik alandaki değişimin uzayda yayılması zaman alır. Sonunda, (c), alan manyetostatik teorisinden beklediğiniz şey olur. Mekanik benzetmede, elin ani hareketi ipte şiddetli bir bükülme veya dalga darbesi üretir, darbe ip boyunca hareket eder ve ipin oturması biraz zaman alır. (b)'de, kaynak olarak hareket edecek hiçbir net yük olmamasına rağmen, değişen manyetik alan tarafından bir elektrik alanı da indüklenir. (Bu basitleştirilmiş çizimlerin, elektrik ve manyetik alanların tam üç boyutlu modelinin doğru temsilleri olması amaçlanmamıştır.)



İndüklenmiş bir elektrik alanı ancak bir manyetik alan tarafından değiştirilirse oluşturulabilir. Arabanız orada oturuyorsa hiçbir şey değişmiyor. Bobin zaten dönmedikçe, yani motor zaten dönmedikçe, bobin üzerindeki bir nokta değişen bir manyetik alan yaşamayacaktır.

Machine Translated by Google



6.4 Elektromanyetik Dalgalar

İndüksiyonun en önemli sonucu elektromanyetik dalgaların varlığıdır. Bir yerçekimi dalgası, yerçekimi alanlarının dalgalanmasından başka bir şey olmayacakken, indüksiyon ilkesi bize salt elektrik veya salt manyetik dalgalar olamayacağını söyler.
Bunun yerine, şekilde gösterilen sinüzoidal gibi hem elektrik hem de manyetik alanların olduğu dalgalarımız var. Maxwell, bu tür dalgaların denklemlerinin doğrudan bir sonucu olduğunu kanıtladı ve öz bağlarını matematiksel olarak türetti. Türetme, bu kitabın matematiksel seviyesinin ötesinde olacaktır, bu yüzden sadece sonuçları belirteceğiz.

Sinüzoidal bir elektromanyetik dalga, yukarıdaki şekilde gösterilen geometriye sahiptir. E ve B alanları hareket yönüne diktir ve ayrıca birbirlerine de diktir. Dalganın hareket yönüboyunca bakarsanız, B vektörüher zaman E vektöründen saat yönünde 90 derecedir. İki alanın büyüklükleri $|E|=c|B|$ denklemi ile ilişkilidir.

Elektromanyetik dalga nasıl oluşur? Örneğin, bir atomun yörüngesindeki bir elektron veya verici bir antende ileri geri giden akımlar tarafından yayılabilir. Sadece zamanla sinüzoidal olarak değişen bir akım sinüzoidal bir dalga oluşturacak olsa da, genel olarak herhangi bir hızlanan yük bir elektromanyetik dalga oluşturacaktır. Bir kez oluşturulduktan sonra, dalga, devam etmesi için yol boyunca herhangi bir yük veya akıma ihtiyaç duymadan uzayda yayılır. Elektrik alanı ileri geri salınırken, manyetik alanı indükler ve salınan manyetik alan da elektrik alanını yaratır. Tüm dalga paterni, boş uzayda c=3.0x108 m/s hızında yayılır; bu, k ve μo sabitleriyle

$c= 4\pi k / \mu o$ ile ilişkilidir .

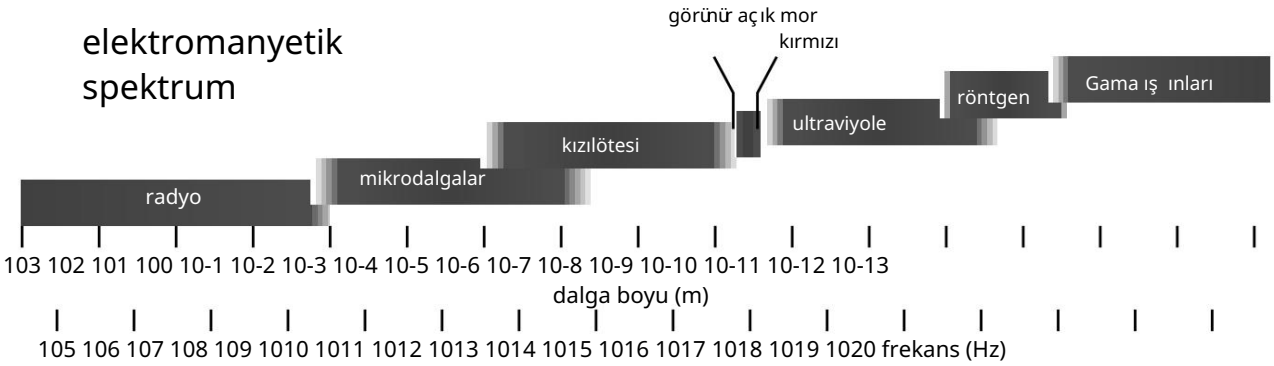
Polarizasyon

Uzayda aynı yönde hareket eden iki elektromanyetik dalga, elektrik ve manyetik alanlarının farklı yönlerde olması nedeniyle farklılık gösterebilir; bu dalganın polarizasyonu adı verilen bir özelliğidir.

Işık bir elektromanyetik dalgadır

Maxwell elektromanyetik dalgaların varlığını türettikten sonra, ışıkla aynı fenomen olduklarından emin oldular. Her ikisi de enine dalgalardır (yani titreşim, dalganın hareket ettiği yöne diktir) ve hız aynıdır. Bir gece karısıyla yürüyüşe çıktığı ve ona dünyada yıldız ışığının gerçekte ne olduğunu bilen tek kişi olduğunu söylediği söylenir.

Machine Translated by Google



Heinrich Hertz (frekans birimi adını almış tır) Maxwell'in fikirlerini deneysel olarak doğrulamış tır. Hertz, antenler ve elektrik devreleri kullanarak elektromanyetik dalgaları üretmeyi, tespit etmeyi ve ayrıntılı olarak incelemeyi baş aran ilk kiş iydi. Dalgaları üretmek için elektrik akımlarının bir devrede çok hızlı salınmasını sağlamak zorundaydı. Aslında, görünür ış ığın sahip olduğu 1015 Hz frekanslarında mevcut ters yönler yapma umudu yoktu. Üretebildiği en hızlı elektriksel salınımlar , yaklaş ık 30 cm'lik bir dalga boyu verecek olan 109 Hz idi. Tıpkı ış ık gibi, ürettiği dalgaların da polarize olabildiğini, yansıyabildiğini ve kırılabileceğini (yani bir mercek tarafından bükülebildiği gibi) göstermeyi baş ardı ve parabolik aynalar gibi aynı optik değerlere göre çalış an aygıtlar yaptı. ış ık kullananlar gibi prensipler. Hertz'in sonuçları, ış ık ve elektromanyetik dalgaların bir ve aynı olduğuna dair ikna edici kanıtlardı.

Elektromanyetik spektrum Günümüzde,

Hertz tarafından kullanılan frekans aralığındaki elektromanyetik dalgalar, radyo dalgaları olarak bilinmektedir. "Hert zian dalgaları" olarak adlandırılan dalgaların, ış ık dalgalarıyla aynı türde dalgalar olduğuna dair kalan ş üpheler, kısa sürede aradaki tüm frekans aralığında ve bu aralığın dış ındaki frekanslarda yapılan deneylerle ortadan kaldırıldı. Görünür ış ığın spektrumuna benzer ş ekilde, görünür spektrumun bir segment olduğu tüm elektromanyetik spektrumdan bahsediyoruz.

Spektrumun çeş itli bölümleri için terminoloji ezberlemeye değerdir ve en kolay ş ekilde, dalga boyları arasındaki mantıksal iliş kileri ve zaten aş ina olduğunuz dalgaların özelliklerini tanıyarak öğrenilebilir. Radyo dalgaları, bir radyo anteninin boyutuyla karş ılaş tırılabilir dalga boylarına sahiptir, yani metreden onlarca metreye. Mikrodalgalar, radyo dalgalarından çok daha kısa dalga boylarına sahip oldukları için; Bir mikrodalga fırında yiyecekler eş it olmayan bir ş ekilde ısındığında, komş u sıcak ve soğuk noktalar arasındaki küçük mesafeler, fırının oluş turduğu duran dalganın bir dalga boyunun yarısı kadardır. Kızılötesi, görünür ve ultraviyole açıkça çok daha kısa dalga boylarına sahiptir, çünküaksi takdirde ış ığın dalga doğası insanlar için okyanus dalgalarının dalga doğası kadar açık olurdu.

Ultraviyole, x-ış ınları ve gama ış ınlarının hepsinin görünür olanın kısa dalga boyu tarafında yer aldığını hatırlamak için, bunların üçünün de kansere neden olabileceğini hatırlayın. (Dersin ilerleyen kısımlarında tartış acağımız gibi, DNA'nın kansere neden olan bozulmasının yalnızca çok kısa dalga boyundaki elektromanyetik dalgalardan kaynaklanabilmesinin temel bir fiziksel nedeni vardır. Yaygın inanış ın aksine, mikrodalgalar kansere neden olamaz, bu yüzden biz mikrodalga fırınlar var, x-ray fırınları değil!)

Machine Translated by Google

6.5 Alanlardaki Enerjiyi Hesaplama

Bir dalgada depolanan enerjinin (aslında enerjinin
yoğunluk) tipik olarak dalganın genliğinin karesiyle orantılıdır.
Kuvvet alanları, aynı şey bekleyebileceğimiz dalga desenleri oluşturabilir.
doğru olmak. Bu, yalnızca dalga benzeri alan desenleri için değil, aynı zamanda
tüm alanlar için:

m3 başına yerçekimi alanında depolanan enerji = $-\frac{1}{8\pi G}|g|^2$

m3 başına elektrik alanında depolanan enerji = $\frac{1}{8\pi k}|E|^2$

m3 başına manyetik alanda depolanan enerji = $\frac{1}{2\mu o}|B|^2$

8π'nin komik çarpanları ve artı ve eksi işaretleri olabilir.
İlk başta gözünüze çarptı, ana nokta onlar değil. Önemli olan fikir
enerji yoğunluğunun alan kuvvetinin karesi ile orantılı olduğunu
her üç durumda. Önce basit bir sayısal örnek veriyoruz ve üzerinde biraz çalışıyoruz.
kavramlar ve daha sonra dikkatimizi öndeki faktörlere çevirin.

Örnek: tarafından öldürülmek a solenoid

Solenoidler çok yaygın elektrikli cihazlardır, ancak
üzerlerinde çalışan biri için tehlike oluştur. bir hayal et
Başlangıçta içinden bir DC akımı geçen solenoid. bu
akım, içinde ve çevresinde bir manyetik alan oluşturur ve bu
enerji içerir. Şimdi devreyi kırdığımızı varsayalım. Dan beri
artık tam bir devre yok, akım hızla duracak
akıyor ve manyetik alan çok hızlı bir şekilde çökecek. Alan
içinde depolanmış enerji vardı ve küçük bir miktar enerji bile
Yeterince kısa sürede serbest bırakılırsa tehlikeli bir güç dalgalanması yaratır
Zaman aralığı. olan bir solenoidle oynamamak ihtiyatlıdır.
devreyi kırmak olabileceğinden, içinden geçen akım
sağlığınız için tehlikeli.

Tipik bir sayısal tahmin olarak, 40 cm x 40 olduğunu varsayalım.
1.0 T dahili manyetik alana sahip cm x 40 cm solenoid (oldukça
güçlübir alan). Bu kaba tahmin uğruna,
zayıf olan dış alan ve solenoidin
kübik şekilli. Alanda depolanan enerji,

(birim hacim başına enerji)(hacim)

$= \frac{1}{2\mu m_{\dot{O}}}|B|^2_{\text{İÇİNDE}}$

= 3x10 4 J

Bu çok fazla enerji!

Machine Translated by Google

Beş inci bölümde, bir kuvvet alanı kavramını tanıtmanın asıl nedenini tartış tığımızda, ana motivasyon, aksi takdirde kuvvetler aradaki bir mesafe kadar geciktirildiğinde meydana gelen enerji transferlerini açıklamanın bir yolu olmamasıydı. Evrenin enerjisinin, aralarındaki mesafelere dayalı olarak kinetik enerji + yerçekimi potansiyel enerjisinden oluş tuğunu düş ünürdük.

yerçekimi ile etkileş en nesneler +

arasındaki mesafelere bağlı olarak elektrik potansiyel enerjisi
elektriksel olarak etkileş en nesneler

+ arasındaki mesafelere dayalı manyetik potansiyel enerji
manyetik olarak etkileş en nesneler

ancak statik olmayan durumlarda farklı bir yöntem kullanmalıyız:

kinetik enerji

+ yerçekimi alanlarında depolanan yerçekimi potansiyel enerjisi

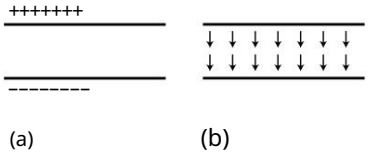
+ elektrik alanlarında depolanan elektrik potansiyel enerjisi

+ manyetik alanlarda depolanan manyetik potansiyel

Ş aş ırtıcı bir ş ekilde, yeni yöntem statik durumlar iç in hala aynı cevapları veriyor.

Örnek: bir yerde depolanan enerji kapasitör

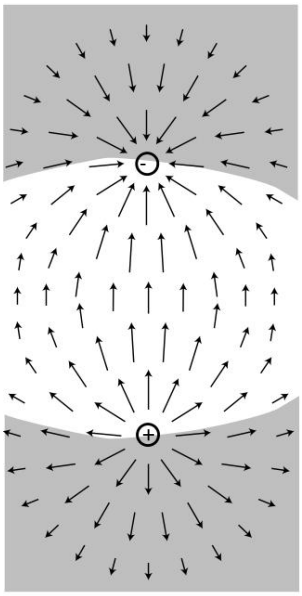
Ş ekillerde yandan görülen bir çift paralel metal plaka



(a) ve (b), bir tarafa pozitif yük ve diğer tarafa negatif yük koyarak elektrik enerjisini depolamak iç in kullanılabilir.
Böyle bir cihaza kapasitör denir. (Böyle bir düzenlemeyle daha önce karş ılaş mış tık, ama orada amacı enerji depolamak değil, elektron demetini saptırmaktı.)

Potansiyel enerjiyi tanımlamanın eski yönteminde, (a), pozitif ve negatif yükleri iki levha üzerine ayırmak iç in yapılması gereken mekanik iş açısından, onların elektriksel çekimine karş ı çalış ırız. Yeni tanım, (b), enerjinin depolanmasını, plakalar arasındaki hacmi kaplayan yeni oluş turulan elektrik alanına atfeder. Bu statik bir durum olduğundan, her iki yöntem de aynı, doğru cevabı verir.

Machine Translated by Google



(c)

Örnek: a'nın potansiyel enerjisi bir çift zıt yük

Başlangıçta iki zıt yük (c) aldığınızı düşünün.
birbirinden uzak ve etki altında bir araya gelmelerine izin vermek
onların elektriksel çekiciliği.

Eski yönteme göre potansiyel enerji kaybedilir çünkü
elektrik kuvveti, yükleri getirdiği için pozitif iş yaptı
bir arada. (Bu mantıklı çünkübir araya geldiklerinde ve
hızlandırmak, kaybedilen potansiyel enerjileridir ve
kinetik enerjiye dönüştürülür.)

Yeni yöntemle, vücutta depolanan enerjinin nasıl olduğunu sormalıyız.
elektrik alanı değişti. Şekilde gölgeleme ile yaklaşık olarak gösterilen
bölgede, üst üste binen alanlar
iki ücret, içinde oldukları için kısmi iptale tabi tutulur.
zıt yönler. Gölgeli bölgedeki enerji azalır
bu etkiyle. Gölgesiz bölgede alanlar güçlenir ve
enerji artar.

Gerçek bir sayısal hesaplama yapmak oldukça büyük bir proje olurdu.
iki bölgede kazanılan ve kaybedilen enerjinin
eski enerji bulma yönteminin daha fazla kolaylık sağladığı durum
hesaplama), ancak kendini ikna etmek oldukça kolaydır.
yükler daha yakın olduğunda enerji daha azdır. Bunun nedeni ise
yükleri bir araya getirmek, yüksek enerjili gölgelenmeyi küçültür
ve düşük enerjili gölgeli bölgeyi büyütür.

Örnek: elektromanyetikdalgadaki enerji
Eski yöntem, uzayın bir bölgesi için sıfır enerji verirdi.
elektromanyetik dalga içerir, ancak yük yoktur. Bu olur
yanlış olmak! Eski yöntemi sadece statik durumlarda kullanabiliriz.

Şimdi en azından diğer özellikleri için biraz gerekçe verelim.

enerji yoğunluğu için üç ifade, – g $\frac{1}{8\pi G}\left|\ \right|^2$, $\frac{1}{8\pi k}\left|E\right|^2$, ve $2\mu_o\frac{1}{}\left|B\right|^2$,

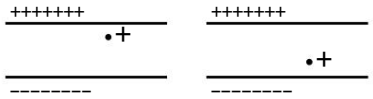
alan gücünün karesiyle orantılılığın yanı sıra.

İlk olarak, neden farklı artı ve eksi işaretleri? Temel fikir,
yerçekimi ve elektrik durumlarında işaretler zıt olmalıdır çünküorada
iki pozitif kütle arasındaki çekimdir (ki bu tür
var), ancak iki pozitif yük itecek. Zaten gördüğümüzden beri
elektrik enerjisindeki pozitif işaretin anlamlı olduğu örnekler,
yerçekimi enerjisi denklemi eksi işaretli olmalıdır.

Machine Translated by Google

G, k ve μo sabitlerinin paydada olması da garip görünebilir . Bize üç farklı gücün ne kadar güçlüolduğunu söylüyorlar, yani üstte olmaları gerekmez mi? Hayır. Örneğin, yerçekiminin bizimkinden iki kat daha güçlü olduğu alternatif bir evren düşünün. G'nin sayısal değeri iki katına çıkar. G iki katına çıktığından , tüm yerçekimi alan kuvvetleri iki katına çıktı, bu da g miktarını dört katına çıkardı $|g|^2$ · ifadede $-\frac{1}{8\pi G}|g|^2$, üstte bir şeyi dört katına çıkardık ve bir şeyi ikiye katladık altta, bu da enerjiyi iki kat daha büyük yapar. Bu mükemmel yapar algı.

Tartışma Soruları A. Şekil, iki kapasitör plakası arasındaki boşlukta pozitif bir yükügöstermektedir. İki durumdaki elektrik alanlarının enerjisini karşılaştırın. Bu, elektrik kuvvetleri hakkındaki bilginize dayanarak beklediğinizle aynı fikirde mi?



(a) (b)

B. Aşağıdaki ifadeyi eleştirin: “Bir solenoid, etrafını saran boşlukta, enerjiyi serbest bıraktığınızda dağılan bir yük oluşturur.”

C. Bir önceki sayfadaki örnekte, pozitif ve negatif bir yüküçevreleyen alanların, yükler birbirine daha yakın olduğunda daha az enerji içerdiğini savundum. Belki daha basit bir yaklaşım, iki aşırı olasılığı göz önünde bulundurmaktır: yüklerin birbirinden sonsuz uzaklıkta olduğu ve birbirlerinden sıfır uzaklıkta, yani birbirlerinin üzerinde oldukları durum. (1) eşit büyüklükte bir pozitif yük ve bir negatif yük, (2) eşit büyüklükte iki pozitif yük, (3) iki eşit kütlenin yerçekimi enerjisi durumu için bu muhakemeyi gerçekleştirin.

Machine Translated by Google

6.6* Simetri ve El Kullanımı

Fizikçi Richard Feynman, aşağıdaki bulmacayı içeren eğitici bir filmle fiziğe bağlanmama yardımcı oldu. Başka bir gezegende bir uzaylıyla telsiz bağlantısı kurduğunuzu hayal edin. İkiniz de diğerinin gezegeninin nerede olduğunu bilmiyorsunuz ve ikinizin de tanıdığı herhangi bir yer işareti belirleyemiyorsunuz. Birbirinizin dillerini epeyce öğrenmeyi başarıyorsunuz, ancak sol ve sağ tanımlarını (veya eşdeğer olarak, saat yönünde ve saat yönünün tersinde) oluşturmaya çalıştığınızda şaşırıyorsunuz. Bunu yapmanın bir yolu var mı?

Bunu dışişaretlere başvurmadan yapmanın bir yolu olsaydı, o zaman fizik yasalarının kendilerinin asimetrik olduğu anlamına gelirdi ki bu garip olurdu. Neden sağı solu ayırt etsinler ki? Bir yıldızı veya gezegeni çevreleyen yerçekimi alanı deseni aynada aynı görünür ve aynı şey elektrik alanları için de geçerlidir. Ancak, bölüm 6.2'de gösterilen alan desenleri bu ilkeyi ihlal ediyor gibi görünüyor, ancak gerçekten öyle mi?
Uzaylıya sol ve sağı açıklamak için bu kalıpları kullanabilir misiniz? Aslında, cevap hayır. Bölüm 6.1'deki manyetik alanın tanımına geri bakarsanız, aynı zamanda el kullanımına bir referans içerir: manyetik alan boyunca bakıldığında döngünün akımının saat yönünün tersine yönü Uzaylılar manyetik alan tanımlarını tersine çevirmiş olabilirler, bu durumda alan desenlerinin çizimleri bizim aynadaki görüntümüze benzeyecekti.

Yirminci yüzyılın ortalarına kadar fizikçiler, herhangi bir makul fizik kanunu setinin sol ve sağ arasında bu tür bir simetriye sahip olması gerektiğini varsaydılar. Bir asimetri grotesk olurdu. Estetik duyguları ne olursa olsun, deneyler zayıf nükleer kuvvetin (bölüm 2.6) sağ sol simetriyi ihlal ettiğini gösterdiğinde gerçeklik hakkındaki görüşlerini değiştirmek zorunda kaldılar! Sağ-sol simetrisinin genel olarak neden bu kadar titizlikle gözlemlendiği, ancak belirli bir tür fiziksel süreç tarafından neden ihlal edildiği hala bir gizemdir.

Machine Translated by Google

Özet

Seçilmiş Kelime

manyetik alan ..... bir test dipolümanyetik dipolüüzerine uygulanan tork cinsinden tanımlanan bir kuvvet alanı .... manyetik kuvvetler nedeniyle torklara maruz kalan akım döngüsü, atom veya çubuk mıknatıs gibi bir nesne; Manyetik dipollerin gücü belirli bir boyutta bir kare tel halkasından oluşan ve belirli bir miktarda tel taşıyan standart bir dipol ile karşılaştırılarak ölçülür.
akım

indüksiyon ..... değişen bir manyetik alan tarafından bir elektrik alanı üretimi, veya tersine

gösterim

B ..... manyetik alan

Dm .... manyetik dipol momenti

Özet

Manyetizma, hareketli yüklerin diğer hareketli yükler ile etkileşimidir. Manyetik alan şu şekilde tanımlanır: manyetik test dipolüüzerindeki tork terimleri. Kaynakları veya lavaboları yoktur; manyetik alan desenleri asla bir noktaya yaklaşmaz veya bir noktadan uzaklaşmaz.

Manyetik ve elektrik alanlar yakından ilişkilidir. İndüksiyon ilkesi, değişen herhangi bir elektrik alanının çevreleyen alanda bir manyetik alan oluşturduğunu ve bunun tersini belirtir. Bu indüklenmiş alanlar, girdap desenleri oluşturma eğilimindedir.

İndüksiyon ilkesinin en önemli sonucu, tamamen manyetik veya tamamen elektrik dalgalarının olmamasıdır. Elektrik ve manyetik alanlardaki bozulmalar, büyüklükleri ve yönleri arasında iyi tanımlanmış bir ilişki ile birleşik manyetik ve elektrik dalgaları olarak dışarıya doğru yayılır. Bu elektromanyetik dalgalar ışığın yapıldığı şeydir, ancak görünür ışığın yanı sıra radyo dalgaları, x-ışınları ve gama ışınları da dahil olmak üzere başka elektromanyetik dalga türleri de mevcuttur.

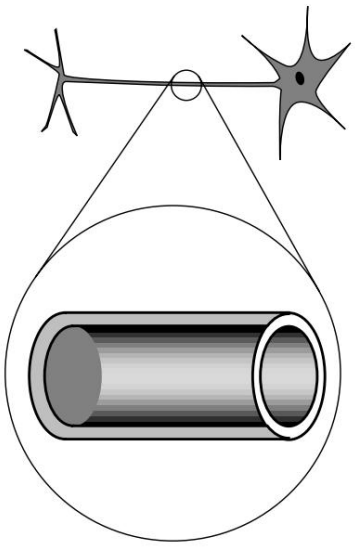
Kuvvet alanları enerji içerir. Enerjinin yoğunluğu, alanın büyüklüğünün karesi ile orantılıdır. Statik alanlar durumunda, potansiyel enerjiyi, mekanik iş açısından önceki tanımı kullanarak veya alanlarda depolanan enerjiyi hesaplayarak hesaplayabiliriz. Alanlar statik değilse, eski yöntem yanlış sonuçlar verir ve yenisinin kullanılması gerekir.

Machine Translated by Google

Ödev Sorunları

1. Bir elektrik fırtınasında, bulut ve yer, soğuk üst atmosferdeki buz parçacıklarının çarpışmalarındaki sürtünmeli elektrik nedeniyle tipik olarak şarj olan paralel plakalı bir kapasitör gibi davranır. Yıldırım, elektrik alanının büyüklüğü, havanın iyonlaştığı kritik bir değer olan Ec'e ulaştığında meydana gelir. (a) Bulutu, kenarları L uzunluğunda olan^{de} düz bir kare olarak ele alın. Bulut yerden h yükseklikteyse , yıldırım düşmesinde açığa çıkan enerji miktarını bulun. (b) (a) bölümündeki cevaba göre hangisi daha tehlikelidir, yüksek irtifalı bir buluttan yıldırım düşmesi mi yoksa alçak irtifadaki bir buluttan mı yıldırım? (c) Boyutu ve yüksekliği için makul değerler varsayarak, tipik bir şimşek tarafından salınan enerjinin büyüklük sırasına göre bir tahminini yapın.

Ec yaklaşık 106 V/m'dir.



Sorun 2.

2. Şekildeki nöron oldukça kısa çizilmiştir, ancak omuriliğinizdeki bazı nöronların bir metre uzunluğa kadar kuyrukları (aksonları) vardır. Membranın iç ve dış yüzeyleri, bir kapasitörün "plakaları" gibi davranır. (Silindir haline getirilmiş olmasının etkisi çok azdır.) Nöronun çalışabilmesi için zarın iç ve dış yüzeyleri arasında bir V voltaj farkı oluşturması gerekir. Zarın kalınlığı, yarıçapı ve uzunluğu t, r ve L olsun. (a) Nöronun işini yapabilmesi için elektrik alanında depolanması gereken enerjiyi hesaplayın. (Gerçek hayatta, zar, elektriksel özellikleri, depolanması gereken enerji miktarını artıran, dielektrik adı verilen bir maddeden yapılmıştır. Bu analiz uğruna, bu gerçeği göz ardı edin.)

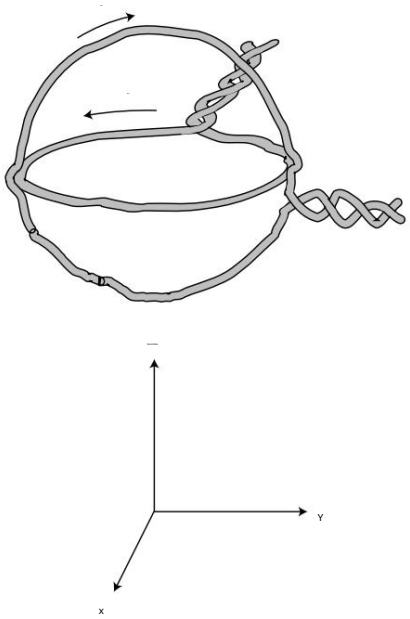
[İpucu: Membranın hacmi, sanki açılmış ve düzleştirilmiş gibi esasen aynıdır.]

(b) Sinir sistemini çalıştırmak için daha az enerjiye ihtiyaç duyan bir organizmanın evrimsel uygunluğu daha iyi olmalıdır. (a) bölümüne verdiğiniz cevaba dayanarak, evrimin t ve r boyutlarına ne yapmasını beklersiniz? Başka hangi kısıtlamalar bu evrimsel eğilimlerin fazla ileri gitmesini engelleyebilir?

3. Biri diğerinin içine yerleştirilebilmesi için daha küçük olan iki solenoid düşünün. Yeterince uzun olduklarını ve her birinin kendi içindeki alana önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ve iç alanların neredeyse tekdüze olduğunu varsayalım. Küçük olanın büyük olanın içinde olduğu ve akımları aynı yönde dolaştığı konfigürasyonu ve akımların zıt yönlerde dolaştığı ikinci bir konfigürasyon düşünün. Bu konfigürasyonların enerjilerini, solenoidler birbirinden uzaktayken oluşan enerjiyle karşılaştırın. Bu akıl yürütmeye dayanarak, hangi konfigürasyon kararlıdır ve küçük solenoid hangi konfigürasyonda bükülme veya tükürme eğiliminde olacaktır? [İpucu: Kararlı bir sistemin enerjisi düşüktür; konfigürasyonunu değiştirmek için enerji eklenmesi gerekir.]

SA çözümükitabın arkasında verilmiştir. « Zor bir sorun. Bilgisayarlı cevap kontrolü mevcuttur. Hesap gerektiren bir problem.

Machine Translated by Google



Sorun 4.

4. Şekil, manyetik alanlar oluşturmak için kullanılan iç içe bir çift dairesel tel halkasını göstermektedir. (Uçların bükülmesi, katkıda bulundukları manyetik alanları azaltmak için pratik bir numaradır, bu nedenle alanlar, ideal bir dairesel akım döngüsü için beklediğimize çok yakındır.) Aşağıdaki koordinat sistemi, uzaydaki yönleri tartışmayı kolaylaştırmak içindir. . Bir döngüyz düzleminde, diğeri xy düzlemindedir. İlmeklerin her birinin yarıçapı 1.0 cm'dir ve okla gösterilen yönde 1.0 A taşır. (a) İsteğe bağlı bölüm 6.2'deki denklemi kullanarak, böyle bir döngünün merkezinde üreteceği manyetik alanı hesaplayın. (b) Sadece xy düzlemindeki döngütarafından merkezinde üretilecek manyetik alanın yönünütanımlayın. (c) Diğer döngüiçin de aynısını yapın. (d) İki döngünün ortak merkezlerinde oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğünühesaplayın. Yönünüaçıklayın.

5. (a) $4\pi k / \mu_o$ niceliğinin hız birimlerine sahip olduğunu gösteriniz.

(b) Sayısal olarak hesaplayın ve ışık hızına eşit olduğunu gösterin. (c) Elektromanyetik bir dalgada enerjinin yarısının elektrik alanında yarısını da manyetik alanda olduğunu kanıtlayın.

6. Hidrojen atomunun bir modelinde elektron , 0.05 nm yarıçaplı bir yörüngede protonun etrafında 2.2x106 m/s hızla dönüyor .
(Elektron ve proton aslında ortak kütle merkezlerinin etrafında yörüngede olsalar da, kütle merkezi 2000 kat daha büyük olduğu için protona çok yakındır. Bu problem için protonun durağan olduğunu varsayın.) Bu önceki ödevde problem, oluşturulan elektrik akımını hesapladınız. (a) Şimdi elektron tarafından atomun merkezinde oluşturulan manyetik alanı tahmin edin. Dönen elektronu, yalnızca tek bir parçacık olmasına rağmen, bir akım döngüsüolarak ele alıyoruz. (b) Proton, elektronun manyetik alanından sıfır olmayan bir kuvvete maruz kalıyor mu? Açıklamak. (c) Elektron, protondan manyetik bir alan deneyimliyor mu? Açıklamak. (d) Elektron, kendi akımının yarattığı bir manyetik alana maruz kalıyor mu? Açıklamak. (e) Proton ve elektron arasında hareket eden bir elektrik kuvveti var mı? Eğer öyleyse, hesaplayın. (f) Proton ve elektron arasında hareket eden bir yerçekimi kuvveti var mı? Eğer öyleyse, hesaplayın. (g) Elektronu yörüngesinde tutmak için içe doğru bir kuvvet gerekir - aksi takdirde Newton'un birinci yasasına uyar ve atomu terk ederek düz gider.

Önceki bölümlere verdiğiniz cevaplara göre, bu içe doğru kuvvete hangi kuvvet veya kuvvetler (elektrik, manyetik ve yerçekimi) önemli ölçüde katkıda bulunur?

[Arnold Arons'un bir sorununa dayanmaktadır.]

Machine Translated by Google

7. [Bu sorunu yapmak için isteğe bağlı bölüm 6.2'yi okumuş olmanız gerekir.] Yüklübir parçacığın, hız vektörüne dik bir elektrik alanının ve hem parçacığın hız vektörüne hem de elektrik alanına dik bir manyetik alanın olduğu bir uzay bölgesinde hareket ettiğini varsayalım. Parçacığın üzerinde toplam sıfır kuvvetle sonuçlanan hareket edebileceği belirli bir hız olacağını gösterin. Bu hızı elektrik ve manyetik alanların büyüklükleriyle ilişkilendirin. (Hız filtresi adı verilen böyle bir düzenleme, bilinmeyen bir parçacığın hızını belirlemenin bir yoludur.)

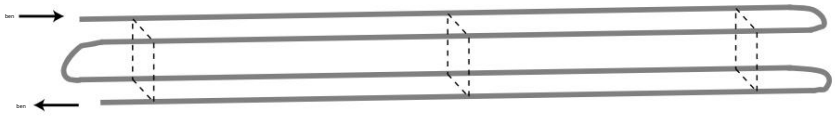
8. Bir solenoidden dört kat daha fazla akım geçirirseniz, manyetik alanında kaç kat daha fazla enerji depolanır?

9 «. Bize karmaşık, asimetrik bir şekle sahip kalıcı bir mıknatıs verildiğini varsayalım. Bir manyetik pusula ile bir dizi ölçümün, manyetik alanının kuvvetini ve yönünübelirli bir noktada belirlemek için nasıl kullanılabileceğini açıklayın. Yalnızca pusula iğnesinin yerleştiği yönügörebildiğinizi varsayalım; üzerine etki eden torku ölçemezsiniz.

10. Biri diğerinin içine yerleştirilebilmesi için biri daha küçük olan iki solenoid düşünün. İdeal solenoidler gibi davranacak kadar uzun olduklarını, böylece her birinin kendi içindeki alana önemli ölçüde katkıda bulunduğunu ve iç alanların neredeyse tekdüze olduğunu varsayalım. Küçük olanın kısmen içinde olduğu ve kısmen büyük olanın dışına sarktığı ve akımları aynı yönde dolaştığı konfigürasyonu düşünün. Eksenleri çakışmak üzere sınırlandırılmıştır.

(a) Küçük solenoidin büyük olanın içindeki parçasının x uzunluğunun bir fonksiyonu olarak manyetik potansiyel enerjiyi bulun . (Denkleminiz, iki solenoidi tanımlayan diğer ilgili değişkenleri içerecektir.) (b) (a) şıkkındaki cevaba göre, solenoidler arasında etki eden kuvveti bulun.

11. Dört uzun tel, gösterildiği gibi, enine kesitleri bir kare oluşturacak ve uçlarında bağlantılar olacak şekilde düzenlenir, böylece akım çıkmadan önce dördünden de geçer.



Akımın iki arka kabloda sağda, ancak ön kablolarda solda olduğuna dikkat edin. Kesit karenin boyutları (yükseklik ve önden arkaya) b ise, uzun merkezi eksen boyunca manyetik alanı (büyüklük ve yön) bulun.

Machine Translated by Google

12. « Bu problemi yapmak için, silindirik ve küresel koordinatlarda hacim integrallerinin nasıl yapıldığını anlamanız gerekir. (a) Uzun, düz bir telin alanında depolanan enerjiyi entegre etmeye çalışırsanız, birim uzunluk başına elde edilen enerjinin hem r 0 hem de r 'de ıraksadığını gösterin . Görünüşte alındığında, bu, bir teldeki akımın başlatılması olan belirli bir gerçek yaşam sürecinin imkansız olacağı anlamına gelir, çünküsıfır manyetik enerji durumundan sonsuz manyetik enerji durumuna geçmeyi gerektirir. (b) r 0 ve r 'deki sonsuzlukların neden gerçekçi bir durumda gerçekten gerçekleşmediğini açıklayın. (c) Noktasal bir yükün elektrik enerjisinin r 0'da ıraksadığını, ancak r 'de olmadığını gösteriniz.

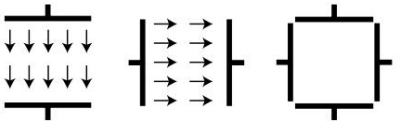
Bölüm (c) ile ilgili bir açıklama: Doğa bize yüklüve nokta benzeri parçacıklar sağlıyor gibi görünüyor, örneğin elektron, ancak sonsuz enerjinin gerçekten bir sorun olmadığı iddia edilebilir, çünküetrafta dolaşan ve bir şeyler yapan bir elektron da kazanç sağlamaz. ne de sonsuz enerjiyi kaybeder; sadece potansiyel enerjide sonsuz bir değişiklik fiziksel olarak zahmetli olacaktır.
Bununla birlikte, nokta benzeri yüklüparçacıkları yaratan ve yok eden gerçek yaşam süreçleri vardır, örneğin iki gama ışını emisyonu ile bir elektron ve antielektronun yok edilmesi. Fizikçiler aslında 1950'den beri bunun gibi sonsuzluklarla uğraşıyorlar ve bu sorun çözülmekten çok uzak.
Bazı teorisyenler, görünüşte noktasal parçacıkların aslında noktasal olmadığını öne sürüyorlar: yakından bakıldığında, bir elektron küçük dairesel bir sicim halkası gibi olabilir.

13 S. Bu problemin amacı, düzgün bir manyetik alana dik giden akım taşıyan düz bir telin maruz kaldığı kuvveti bulmaktır. (a) A telin kesit alanı, n birim hacimdeki serbest yüklüparçacıkların sayısı, q parçacık başına yük ve v parçacıkların ortalama hızı olsun. Akımın I=Avnq olduğunu gösterin. (b) Birim uzunluk başına manyetik kuvvetin AvnqB olduğunu gösteriniz. (c)

Bu sonuçları birleştirerek, birim uzunluk başına tel üzerindeki kuvvetin IB'ye eşit olduğunu gösterin.

14 S. İki uzun paralel kablonun I1 ve I2 akımını taşıdığını varsayalım . Akımlar aynı yönde veya zıt yönlerde olabilir. (a)
Bölüm 6.2'deki bilgileri kullanarak, kuvvetin hangi koşullar altında çekici ve hangi koşullar altında itici olduğunu belirleyin. Yukarıdaki problem 12'de incelenen zorluklar nedeniyle, bölüm 6.5'teki enerji yaklaşımını kullanırsanız kendinizi düğümlere bağlamanın mümkün olduğunu unutmayın. (b)
13. sorunun sonucundan başlayarak birim uzunluk başına kuvveti hesaplayın.

Machine Translated by Google



Sorun 15.

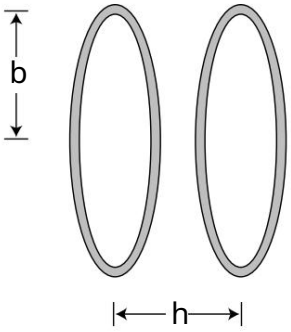
15. Şekil, iki kübik kapasitörün enine kesit görünümlerini ve aynı iki kondansatörün iç kısımları çakışacak şekilde bir araya getirilmiş enine kesit görünümünü göstermektedir. Plakaları birbirine yakın olan bir kapasitör, plakalar arasında neredeyse düzgün bir elektrik alanına ve dışında neredeyse sıfır alana sahiptir; bu kapasitörlerin plakaları, plakaların boyutlarına kıyasla birbirine çok yakın değildir, ancak bu sorunun amaçları için, hala şekilde gösterilen yaklaşık olarak idealize edilmiş alan modeline sahip olduklarını varsayalım. Her bir kondansatörün iç alanı 1.00 V/m olana kadar şarj edilmiş 1.00 m3 iç hacmi vardır. (a) Ayrı ve bir olduklarında her bir kondansatörün elektrik alanında depolanan enerjiyi hesaplayın. (b) İki kapasitör gösterilen şekilde bir araya getirildiğinde iç alanın büyüklüğünühesaplayın. Diğer kondansatörün etkisi altında her bir kondansatörün yükünün yeniden dağıtılmasından kaynaklanan etkileri yok sayın. (c) Bir araya getirilen konfigürasyonun enerjisini hesaplayın. Onları bu şekilde bir araya getirmek, enerjiyi serbest bırakır mı, enerji tüketir mi, yoksa hiçbiri mi?

16. Bölüm 6.2 aşağıdaki kuralı belirtir:

Pozitif yüklübir parçacık için, F vektörünün yönüöyledir ki, eğer ona bakarsanız, B vektörüsaat yönündedir.
v vektörü

Kuyrukları bir araya getirilmiş vektörleri temsil etmek için kurşun kalem veya katlanmış kağıt parçaları kullanarak üç vektörün üç boyutlu bir modelini yapın. Şimdi F, B ve v üç sembolünükarıştırarak kuralın yeniden yazılabileceği her yolu yazın . Modelinize göre, hangileri doğru, hangileri yanlış ?

17 «. Aynı IA değerine sahip herhangi iki düzlemsel akım döngüsünün , şekillerinden bağımsız olarak bir manyetik alanda aynı torku deneyimleyeceğini kanıtlayın. Başka bir deyişle, bir akım döngüsünün dipol momenti , şeklinin kare olup olmadığına bakılmaksızın IA olarak tanımlanabilir .



Sorun 18.

18. Bir Helmholtz bobini, yarıçapları b'ye eşit bir h mesafesi ile ayrılmış bir çift özdeş dairesel bobin olarak tanımlanır. (Her bobinin birden fazla tel dönüşüolabilir.) Akım her bobinde aynı yönde dolaşır, bu nedenle alanlar iç bölgede birbirini güçlendirme eğilimindedir. Bu konfigürasyon, oldukça açık olma avantajına sahiptir, böylece diğer aparatlar kolayca içeriye yerleştirilebilir ve dışarıdan görünür kalırken alana tabi tutulabilir. h=b seçimi , merkeze yakın mümkün olan en düzgün alanla sonuçlanır. (a) Tüm aparatın merkezindeki tam kuvvete kıyasla, bir bobinin merkezindeki alandaki düşüş yüzdesini bulun. (b) Hangi h değeri (b'ye eşit değil) bu yüzde farkını sıfıra eşit yapar?

19 S. (a) Bölüm 6.2'deki vakum tüplüaparatın fotoğrafında, elektron demetinin hareketinden manyetik alanın yönünüçıkarınız. (b) a'ya verdiğiniz cevaba göre bobinlerdeki akımların yönünübulun. (c) Bobinlerdeki elektronlar hangi yöne gidiyor? (d) Bobinlerdeki akımlar, borunun içindeki ışından oluşan akımları itiyor mu yoksa çekiyor mu? Problem 14'ün a bölümüile karşılaştırın.

20 «S. Bölüm 6.2'deki vakum tüplüaparatın fotoğrafında, yaklaşık olarak düzgün bir manyetik alan dairesel harekete neden olmuştur. Bir daire dışında başka bir olasılık var mı? Genel olarak ne olabilir?

Machine Translated by Google

Egzersizler

Alış tırma 1A: Elektrik ve Manyetik Kuvvetler

Bu alış tırmada, aş ağıdaki nesneler arasında oluş abilecek kuvvetleri araş tıracaksınız:

- çiviler
- mıknatıslar
- küçük kağıt parçaları
- özel olarak hazırlanmış bant parçaları:
  - Bir parça bant alın, bir ucunu elinize yapış mayacak bir tutamak yapmak için bükün ve masanın üzerine yapış tırın. İkinci parçaya bir tutamak yapın ve ilk parçanın tam üstüne koyun. Ş imdi iki parçayı masadan çekin ve ayırın.

Amacınız aş ağıdaki soruları deneysel olarak ele almaktır:

1. Kuvvetler mesafe ile zayıflar mı? Maksimum menzilleri var mı? Aniden kestikleri bir aralık var mı?

2. Elinizi veya hesap makinenizi engelleyerek kuvvetler engellenebilir veya bunlara karş ı kalkan oluş turulabilir mi? Bunu hem elektrik hem de manyetik kuvvetlerle ve hem itme hem de çekme ile deneyin.

3. Bu nesneler arasındaki kuvvetler yerçekimi midir?

4. Farklı nesne çiftleri arasında gözlemlenebilen pek çok kuvvet arasında, onları genel kuvvet türleri içinde sınıflandırmanın doğal bir yolu var mı?

5. Kuvvetler Newton'un üçüncüyasasına uyuyor mu?

6. Ahş ap veya kağıt gibi sıradan malzemeler bu kuvvetlere katılıyor mu?

Machine Translated by Google

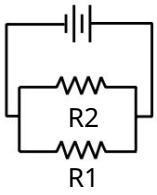
Alış tırma 4A: Döngüve Kavş ak Kuralları

aparat

- DC güç kaynağı
- multimetre dirençleri

1. Bağlantı kuralı Güç

kaynağını voltaj kaynağınız olarak kullanarak bunun gibi bir devre oluş turun. İş leri daha ilginç hale getirmek için eş it dirençler kullanmayın. Güzel büyük dirençler kullanın (örneğin 100 kΩ ila 1 MΩ) - bu, dirençleri yakmamanızı ve bir ampermetre olarak kullanıldığında multimetrenin küçük iç direncinin buna kıyasla ihmal edilebilir olmasını sağlayacaktır.



Bağlantı kuralını test etmek için ihtiyacınız olan güç akımı da ölçmek için multimetrenizi devreye sokun.

2. Döngükuralı

Ş imdi döngükuralını test etmek için bir devre bulun. Döngükuralının her zaman doğru olması gerektiği için burada yanlış gitmek zor! Bir döngüde en az üç direnç olduğundan emin olun ve güç kaynağını tüm dirençler arasında sıfır olmayan voltaj farkları yaratacak ş ekilde bağladığınızdan emin olun. Döngükuralını test etmek için ölçmeniz gereken voltaj farklılıklarını ölçün. Burada oldukça küçük dirençler kullanmak en iyisidir, böylece multimetrenin bir voltmetre olarak paralel olarak kullanıldığında büyük iç direnci devrenin direncini önemli ölçüde düş ürmez. Bununla birlikte, yaklaş ık 100 Ω'dan daha düş ük dirençler kullanmayın, aksi takdirde bir sigortayı atabilir veya bir direnci yakabilirsiniz.

Machine Translated by Google

Alış tırma 4B: Devreler Hakkında Akıl Yürütme

Bu alış tırmadaki soruların hepsi çözülebilir
aş ağıdaki yaklaş ımların bazı kombinasyonlarını kullanarak:

a) Herhangi bir yerde sabit voltaj vardır.
orkestra ş efi.

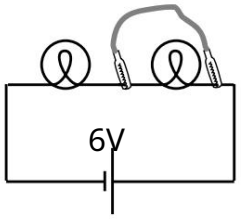
b) Ohm kanunu herhangi bir devreye Bölüm bir
uygulanabilir.

c) Döngükuralını uygulayın.

d) Kavş ak kuralını uygulayın.

Gerçek deneyleri yapmak yardımcı olabilir
soruları tartış tıktan sonra. Bununla birlikte, bazı deneylerin
neden olabileceğine dikkat edin.
kıvılcım çıkarır, pilinizi yakar veya kabloların
seni yakacak kadar ısınmak için.

1. Bir ampule paralel olarak bir tel eklenir.

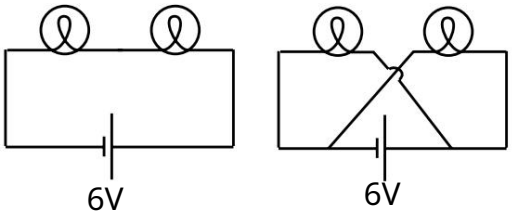


Hangi mantık doğru?

- Her ampulde hala 3 V var ve hala o, yani her iki ampul
yanıyor.

- Telin tüm parçaları bir aynı voltaj ve
bir tarafında ş imdi tel bağlantısı var
bir sağ ampul diğerine. Sağ el
ampulün potansiyel farkı yoktur,
yani çıkıyor.

2

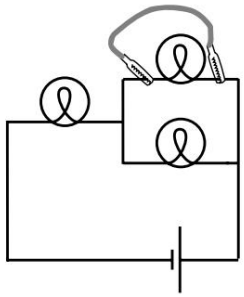


Hangi mantık doğru?

- Artık her bir ampulün yanları birbirine bağlı.
pilin iki terminali, yani ş imdi her biri
yerine 6 V'a bağlıdır. 3 V İkisi de alır
daha parlak.

- Tıpkı orijinal devrede olduğu gibi, akım gider
bir ampulden, sonra diğerinden. Sadece o
ş imdi akım bir ampul içinde ş ekil-8 deseni. bu
gider, eskisi gibi parlar.

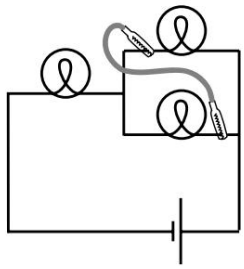
3. Orijinal devreye gösterildiği gibi bir tel eklenir.



Aş ağıdaki mantıkta yanlış olan nedir?

İki tarafı olduğu için üstteki ampul sönecektir.
ş imdi tel ile bağlı, bu nedenle
üzerindeki voltaj farkı. Diğer ampuller olacak
etkilenmemek.

4. Orijinal devreye gösterildiği gibi bir tel eklenir.



Aş ağıdaki mantıkta yanlış olan nedir?

Akım sağ taraftan akar, pozitif
pilin terminali. Dibe vurduğunda
kavş ak, bir kısmı sola gidecek ve bir kısmı kalacak
giden kısım tarafından yoktan ampul. Daha sonra sola
dönen kısım aş ağıdaki
az direnç gösteren, yeni yoldan geçen
sağ ampul yerine tel. üst ampul
yanık kalır, alttaki söner ve soldaki
ampul aynı kalır.

Bu alış tırma Eric Mazur'un malzemelerine dayanmaktadır.
Lillian McDermott ve Arnold Arons.

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Alış tırma 5A - Alan Vektörleri

aparat
- 2 solenoid
- 2 DC güç kaynağı
- 2 ampermetre
- pusula
- cetvel
- kesme plastik bardak

Bu noktada yerçekimi alanını incelediniz, g, ve elektrik alanı, E, ama manyetik alan değil, B. Ancak hepsinin aynı matematiksel davranış ı vardır: vektörler gibi davranırlar. Dahası, manyetik alanlar laboratuarda manipüle edilmesi en kolay olanlardır. Yerçekimi alanlarını doğrudan manipüle etme gezegen büyüklüğündeki kitleleri hareket ettirebilen fütüristik teknoloji gerektirir! Elektrik alanlarıyla oynamak o kadar gülünç derecede zor değil, ancak statik elektrik yükleri vücudunuzdan dış arı sızma eğilimindedir. toprak ve statik elektrik etkilerini sayısal olarak ölçmek zordur. Manyetik alanlar, diğer yandan el yapımı ve kontrolükolaydır. Herhangi bir hareketli yük, yani herhangi bir akım, bir manyetik alan oluş turur.

Güçlübir manyetik alan oluş turmak için pratik bir cihaz, resmi olarak bir bobin olarak bilinen bir tel bobinidir. solenoid. Solenoidi çevreleyen alan deseni, miktarla orantılı olarak güçlenir veya zayıflar. telden geçen akımdır. Kurulumunuz, her biri bir güç tarafından çalış tırılan iki solenoidden oluş acaktır. besleme, her birinde akımı ölçmek için bir ampermetre ile.

1. Tek bir solenoid açık ve ekseni yatay olarak yerleş tirilmiş ken, keş fetmek için manyetik bir pusula kullanın. içindeki ve dış ındaki alan deseni. Pusula size alan vektörünün yönünügösterir, ancak yönünügöstermez. büyüklük, seçtiğiniz herhangi bir noktada. Pusulanın deneyimlediği alanın bir kombinasyon olduğuna dikkat edin. (vektör toplamı) solenoid alanı ve dünya alanı.

2. Pusulayı solenoidden çok uzağa getirdiğinizde ne olur?

Bu, solenoidin alanının mesafeye göre değiş me ş ekli hakkında size ne söylüyor?

Böylece pusula size alan vektörünün büyüklüğünüsayısal olarak söylemese de, en azından mesafeye nasıl bağlı olduğuna dair genel bir his.

3. Solenoidi içeren yatay düzlemde manyetik alanın bir ok denizi taslağını yapın. eksen. Her bir okun uzunluğu, en azından yaklaş ık olarak manyetik alanın gücünüyansıtmalıdır. bu noktada.

Alanın kaynakları veya lavaboları var gibi görünüyor mu?

Machine Translated by Google

4. Akımı yarıya indirirseniz çiziminize ne olacağını düşünüyorsunuz?

Telleri ters çevirirseniz ne olur?

Dene.

5. Şimdi her iki solenoidi de açın. Onların iki alanı uzayın aynı bölgesinde birleştiğinde ne olduğunu ölçeceksiniz. Daha önce de görmüş olduğunuz gibi, solenoidlerin yakındaki alanları, dünyanın alanından çok daha güçlüdür; bu yüzden teorik olarak üç alanımız olsa da (dünya artı iki solenoid), dünyanın alanını göz ardı etmek güvenli olacaktır. Buradaki temel fikir, solenoidleri eksenleriyle birlikte birbirlerine belirli bir açıyla yerleştirmek ve pusulayı eksenlerinin kesişim noktasına yerleştirmektir, böylece her bir solenoidden aynı mesafede olur. Geometri her iki solenoidi de desteklemediğinden, bir solenoidin pusulayı diğerinden daha fazla etkilemesini sağlayacak tek faktör akımdır. Pusulayı solenoidlerin eksenleriyle aynı seviyeye getirmek için kesilmiş plastik kabı küçük bir platform olarak kullanabilirsiniz.

a) Solenoidlerin eksenleri birbirine 90 derece ve akımları eşit olduğunda sizce ne olur? Dene. Şimdi iki manyetik alanın vektörel toplamını bir diyagramla temsil edin. Doğru yolda olduğunuzdan emin olmak için diyagramınızı eğitmeninizle kontrol edin.

b) Şimdi, solenoidlerden birinin üzerindeki kabloları değiştirirseniz ne olacağına dair benzer bir şema oluşturmaya çalışın.

Pusulanın ne yapacağını tahmin ettikten sonra deneyin ve haklı olup olmadığınızı görün.

c) Şimdi, #1'deki düzenlemeye geri döndüğünüzü, ancak akımlardan birini eski değerinin yarısına değiştirdiğinizi varsayalım. Bir vektör toplama şeması yapın ve açıyı tahmin etmek için trig kullanın.

Dene.

d) Şimdi akımların eşit olmadığı ve solenoidlerin eksenlerinin 90 dereceden farklı bir açıda olduğu bir örnek deneyin. Ne olacağını hesaplayın:

Dene.

Machine Translated by Google

Seçilmiş Çözümler sorunlar

Bölüm 2

6. (a) p+e– n+ν tepkimesinde, üzerindeki yükler soldaki +(ve)=0 ve sağdaki her iki yük de sıfır. (b) Nötrino ihmal edilebilir bir kütleye sahiptir. bu soldaki kütleler, kütlesinden daha azına eşittir sağdaki nötrino, yani enerji yapmak için harici bir kaynaktan gerekli bu reaksiyon gerçekleşir.

Bölüm 3

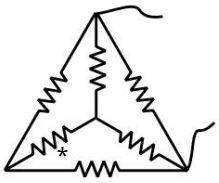
12. $t = q / ben =$ ve $I = 0.160\ \mu s.$

13. (a) PE'deki değişim eV'dir, dolayısıyla kazanılan KE (1/2)mv2 =eV. v için çözme ve sayıları takma, 5,9x107 m/s alıyoruz . Bu hızın yaklaşık %20'si ışık, bu yüzden göreli olmayan varsayım iyiydi en azından kaba bir yaklaşıma.

4. Bölüm

11. Seri halde 11 kΩ verirler. Paralel olarak veriyorlar (1/1 kΩ+1/10 kΩ) $^{-1}$ = 9 kΩ.

12. Gerçek şekil önemsizdir; tek umursadığımız neyle bağlantılıdır. Bu nedenle, çizebiliriz devre bir düzleme düzleştirildi. Her bir köşesi tetrahedron diğer her köşeye bitişiktir, yani herhangi bir bağlandığımız iki köşe aynı şeyi verecek direnç. Keyfi olarak iki tane seçerek şunu elde ederiz:



Bu maalesef paralel ve seri parçalara dönüştürülemeyen bir devredir ve olan budur. bunu zor bir problem haline getiriyor! Ancak, yapabiliriz simetri ile sıfır akım olduğunu kabul edin yıldızla işaretlenmiş direnç. Bunu ortadan kaldırmak bir, tüm düzenlemeyi üçlüolarak tanıyoruz dirençlerden oluşan paralel devre, R, $2R$, ve $2R$ bir. Ortaya çıkan direnç $\frac{2}{3}R$ bir.

9. İpucunda önerildiği gibi devam ederek, her biri yarıçap yarıçapından uzanan eş merkezli halkalar. b ile Böyle bir halkanın alanı, b halka (2π)dyüküolan d ile çarpılan çevre böylece 2πσd olur. b b . Onun Bunu prize takarak b b

8. problemdeki ifade şuna bir katkı sağlar: $dV = \frac{k\,dq}{\sqrt{a^2+b^2}}$ alan halka Toplam 3/2d alan $= 2\pi\sigma\int_0^\infty \frac{b\,db}{(a^2+b^2)^{3/2}}$ bu ifadeyi entegre ederek. ilgili integral bir tabloda bulunabilir.

$$E = \int_0^{\text{2 puan}} \text{bka bir}\left(^2 + b^2\right)^{-3/2} db$$

$$= \text{2 puan}\text{en}\int_0^{\text{olumsuzluk}}\left(2 + b^2\right)^{-3/2} db$$

$$= \text{2 puan}\text{en}\left[-\left(a^2 + b^2\right)^{-1/2}\right]_{b=0}$$

$$= 2\text{ps} \quad k$$

11. Karenin kenar uzunlukları merkez olsun, a . alan üçütarafından ayrı ayrı üretilmiştir. ücretler. Bu bireysel alanların her biri , iki ücret için $V = k_{\text{kilogram}} r^2$, nerede $r_1 = a\sqrt{2}$'dir . q_1, ve $r_2 = a/2$ için q_2. Vektör ekleme, bileşenler eklenerek yapılabilir. Yatay ve dikey olsun. Bileşenlerin simetrisi bir, bileşenlerin birini götürür. y x

$$V_x = k_{\text{kilogram}_1} / r_1^2 \text{ çünkü}45° + k_{\text{kilogram}_1} / r_1^2 \text{ çünkü}45° - k_{\text{kilogram}_2} / r_2^2 .$$

cos 45°=1/ 2 yerine koymak ve bu bütünüayarlamak sıfıra eşit ifade, buluruz $q_2 / q_1 = 1/2\sqrt{2}$.

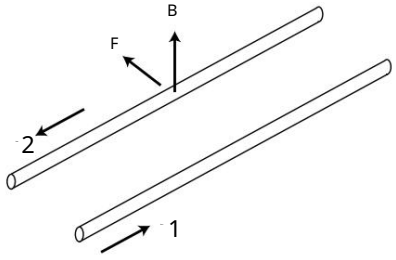
Bölüm 6

13. (a) Akım, bir hücreden ne kadar yük geçtiği anlamına gelir. birim zaman başına verilen nokta. Bir zaman aralığı boyunca t, all arkasındaki belirli bir bölgedeki yük taşıyıcıları nokta geçecek. Bu bölgenin uzunluğu ve içinde t kesit alanı, dolayısıyla hacmi A, ve Avt , içindeki ücret miktarıdır. Akımı Avnq için, Bu yük miktarını 'ye bölerek I=(b) veririz. t Avnq . L QvB

Machine Translated by Google

Üzerinde hareket eden, $Q = ALnq$ toplam ücreti
telin o kısmındaki hareketli yük taşıyıcıları. bu
birim uzunluk başına kuvvet $F/L = nqvB$ verir
iki sonuç verir / $F = IB$.

14. (a) Şekil, akımların
zıt yönlerdedir.



Gösterilen alan vektörü, tel 1 tarafından yapılan bir vektördür.
tel 2 üzerinde bir etkiye neden olur. Çünkütel yukarıyı gösterir.
1'in alan deseni, görünüm boyunca saat yönündedir.
akımın yönü I_1. Basitlik için, varsayalım ki
mevcut I_2, pozitif yüklüparçacıklar tarafından yapılır
akım yönünde hareket eder. (Kontrol edebilirsin
olsaydı nihai sonucun aynı olacağını
aslında olduğu gibi negatif yüklü
bir metal tel.) Bunlardan birinin üzerindeki kuvvet pozitif
2. teldeki yüklüparçacıkların bir
öyle ki, onu gördüğünüzde vektör, vektörden saat
yönündedir. Bu sadece $B_{\text{içinde}}$
2. teldeki parçacık üzerindeki kuvvet
gösterilen yöndedir. Tel 2, tel 1 tarafından itilir.

1 numaralı telin aynı zamanda 2 numaralı tel tarafından da itildiğini doğrulamak için şunu yapabiliriz:
ya aynı türden bir argümanı tekrar gözden geçirin,
ya da Newton'un üçüncüyasasını basitçe uygulayabiliriz.

Benzer argümanlar, eğer kuvvetin çekici olduğunu gösterir:
akımlar aynı yönde.

(b) 2. tel üzerindeki kuvvet $F = I_2\ell B$, nerede $B = \mu_0 I_1/2\pi r$ dır-dir
tel 1 tarafından yapılan alan ve teller r arasındaki mesafedir.
sonuç

$$F/L = \mu_0 I_1 I_2/2\pi r .$$

19. (a) Alan modeli hakkındaki bilgimize dayanarak
akım taşıyan bir döngü, biliyoruz ki manyetik
alan sayfanın içinde veya dışında olmalıdır. Bu
mantıklı, çünkübu, alanın
her zaman elektronların düzlemine dik
hareket; onların hareket düzleminde olsaydı, o zaman
ve arasındaki açı her zaman, B vektörler değişir
ama böyle bir kanıt görmüyoruz
davranış. Alan açıkken, kuvvet vektörü
görünüşe göre dairenin merkezine doğru. Haydi
elektronların olduğu andaki kuvveti analiz edin
sağ tarafında olan hareket etmeye başladı
daire. Kuvvet sola doğrudur. Elektronlar olduğundan
Negatif yüklüparçacıklar, görürsek biliyoruz ki
kuvvet vektörüboyunca vektör, vektörden saat yönünün tersine B
olmalıdır. Manyetik alan olmalıdır
sayfanın dışında olmak. (b) Daha önce verilen şekle bakıldığında
dairesel bir alanın desenini gösteren bölüm 6.2
tel döngüsü, bobinlerdeki akımın olduğunu söyleyebiliriz
kamera açısından bakıldığında saat yönünün tersine olmalıdır.
(c) Elektronlar negatiftir
şarj edilmiş, böylece saat yönünün tersine bir akım üretmek için,
bobinlerdeki elektronlar saat yönünde gitmelidir. (d)
Bobinlerdeki akım, elektronları
kiriş düz gidiyor, yani kuvvet bir itmedir.
Bu, sorun 14 ile karşılaştırıldığında anlamlıdır:
bobin akımları ve vakum tüp akımları
ters yönde dönerek itmeye neden olur.

20. Evet. Örneğin, kuvvet ortadan kalkarsa
parçacığın hızı alana paraleldir, yani eğer
ışın alana paralel olarak fırlatılmış olsaydı,
daire yerine düz bir çizgide gittiler. İçinde
genel olarak, hız vektörünün herhangi bir bileşeni olan
alana dik düzlemin dışında kalacak
sabittir, dolayısıyla hareket sarmal olabilir.

Machine Translated by Google

Sözlük

Alfa çürümesi. Bir alfa parçacığının emisyonu yoluyla bir çekirdeğin radyoaktif bozunması.

Alfa parçacığı. Aşağıdakilerden oluşan bir radyoaktivite şekli helyum çekirdekleri.

Ampermetre. Elektrik akımını ölçmek için bir cihaz.

Amper. Akımın metrik birimi, bir coulomb pe saniye; ayrıca "amp".

Atom. Kimyasal elementlerden birinin temel birimi.

Atom kütlesi. Bir atomun kütlesi.

Atomik numara. Bir atomdaki proton sayısı atom çekirdeği; hangi element olduğunu belirler.

Beta bozunması. $n \rightarrow p + e^- + \nu$ veya $p \rightarrow n + e^+ + n$ reaksiyonu yoluyla bir çekirdeğin radyoaktif bozunması; bir elektron veya antielektron aynı zamanda bir beta parçacığı olarak da bilindiği için bu ad verilir.

Beta parçacığı. Elektronlardan oluşan bir radyoaktivite şekli.

Katod ışını. Yayılan gizemli ışın bir vakum tüpündeki katottan; Thomson tarafından atomlardan daha küçük parçacıkların bir akışı olarak gösterilmiştir.

Şarj. Bir nesnenin elektrik kuvvetlerine ne kadar güçlü bir şekilde katıldığının sayısal bir derecesi.

Devre. İçinde şarj olabilen bir elektrikli cihaz çıkış noktasına geri dönün ve bir çıkmazda sıkışıp kalmak yerine geri dönüş türün.

Coulomb (C). Elektrik yükünün birimi.

Akım. Yükün belirli bir sınırı geçme hızı.

Elektrik dipol. Bir taraftaki pozitif yük ile diğer taraftaki negatif yük arasında dengesizlik olan bir nesne; bir elektrik alanında bir tork yaşayacak bir nesne.

Elektrik alanı. Uzayda belirli bir noktada bir test yüküne uygulanan birim yük başına kuvvet.

Elektrik kuvveti. Doğanın temel güçlerinden biri; itici veya çekici olabilen temassız bir kuvvet.

Elektron. Thomson'ın katot ışınının yapıldığı parçacıklara verdiği isim; atom altı parçacık

Alan. Bir parçacık orada olsaydı ona uygulanacak kuvvetleri tanımlayan uzaydaki bir noktanın özelliği.

Fisyon. Bir çekirdeğin iki parçaya bölünerek radyoaktif bozunması.

Füzyon. İki çekirdeğin birbirine yapışarak daha büyük bir çekirdek oluşturduğu bir nükleer reaksiyon.

Gama ışını. Çok yüksek frekanslı bir ışık biçiminden oluşan bir radyoaktivite biçimi.

Yerçekimi alanı. Uzayda belirli bir noktada bir test kütlesine uygulanan birim kütle başına kuvvet.

indüksiyon. Değişen bir manyetik alan tarafından bir elektrik alanı üretimi veya tam tersi.

İyon. Elektrik yüklüatom veya molekül.

İzotop. Belirli sayıda nötrona sahip belirli bir elementin olası atom çeşitlerinden biri.

Manyetik dipol. Geçerli döngügibi bir nesne, bir manyetik kuvvetler nedeniyle torklara maruz kalan atom veya bir çubuk mıknatıs; manyetik dipollerin gücü, belirli bir boyutta ve belirli bir miktarda akım taşıyan kare bir tel halkasından oluşan standart bir dipol ile karşılaştırılarak ölçülür.

Manyetik alan. Bir test dipolüzerine uygulanan tork cinsinden tanımlanan bir kuvvet alanı.

Kütle Numarası. Bir çekirdekteki proton sayısı artı nötron sayısı; yaklaşık olarak atom kütlesiyle orantılıdır.

Millirem. Bir kişinin radyoaktiviteye maruz kalmasını ölçmek için bir birim; bkz.

Molekül. Birbirine yapışmış bir grup atom.

Nötron. Yüksüz bir parçacık, çekirdeğin yapıldığı diğer tipler.

Ohm. Elektrik direncinin metrik birimi, başına bir volt amper.

Ohmik. İki nokta arasındaki akım akışının, aralarındaki voltaj farkıyla orantılı olduğu bir maddeyi tanımlar.

Açık devre. İçinde boşluk olduğu için çalışmayan bir devre.

Machine Translated by Google

Proton. Çekirdeğin yapıldığı türlerden biri olan pozitif yüklü bir parçacık.

nicelenmiş . Para veya elektrik yükügibi yalnızca belirli koş ullarda var olabilen miktarları tanımlar. tutarlar.

Rem. Bir kiş inin maruziyetini ölçmek için bir birim radyoaktivite; bkz. millirem.

Direnç. Ohmik bir maddeden yapılmış bir nesnedeki voltaj farkının akıma oranı.

Kısa devre. Çalış mayan bir devre çünkü

ş arja yararlı bir ş ey yapmasını sağlayan yol yerine izleyebileceği düş ük dirençli bir "kısayol" yolu verilir.

Lavabo. Alan vektörlerinin birleş tiği nokta.

Kaynak. Alan vektörlerinin ayrıldığı nokta; genellikle daha kapsayıcı olarak yakınsama veya ayrılma noktalarına atıfta bulunmak için kullanılır.

Güçlünükleer kuvvet. Elektriksel itmeye karş ı çekirdekleri bir arada tutan kuvvet.

Volt. Voltajın metrik birimi, cou baş ına bir joule lomb.

Gerilim. Uzayda belirli bir noktada yüklübir parçacığın sahip olacağı birim yük baş ına elektrik potansiyel enerjisi.

Voltmetre. Voltaj farklarını ölçmek için bir cihaz.

Zayıf nükleer kuvvet. Betadan sorumlu kuvvet çürümek.

Machine Translated by Google

dizin

A

simya 16
ampermetre 75
amper (birim) 73
Aristotelesçilik 23
Aristoteles 23
atom 22 kuru
üzüm-kurabiye modeli 35 atom
numarası tanımlı 48

atomizm 22

B

bağlanma enerjisi
nükleer 62
Brown hareketi 27

C

kondansatör 137
katot ışınları 31
şarj 18 korunumu
20 28 kuantizasyon

Çernobil 65
Kilise, Katolik 23 devre 75
tam 75 açık 75 paralel 86
seri 86 kısa 83 tam
devre 75 iletken tanımlı
81 kütle korunumu 22
coulomb (birim) 18

Coulomb yasası 19
Crookes, William 26 akım
tanımlı 73

D

dipol
elektrik 116
dipol moment 116
DNA 65

VE

Einstein, Albert
ve Brown hareketi 27 elektrik
akımı tanımlı 73 elektrik dipol 116
elektrik alanı 114 voltajla ilgili
118 elektrik kuvvetleri 17
elektrolitler 88 elektromanyetik
spektrum 135 elektromanyetik
dalgalar 134 elektron 34 element,
kimyasal 25 alanlarda depolanan
enerji 136

paralel dirençlerin eşdeğer
direnci 97

F

faraday Michael 132
elektrik türleri 72
Feynman, Richard 140 alan
elektrik 114 yerçekimi 112
manyetik 126 alan 113
kuvvet alanının üst üste
binmesi 109 kuvvet alanı
109

Franklin, Benjamin yük
belirtilerinin tanımı 19

G

Galileo 23, 130
jeneratör 132
yerçekimi alanı 112
yerçekimi dalgaları 114

H

el yatkınlığı 140
Hertz, Henry 135
Hiroşima 66
kanca 16
Hugo, Victor 15

İ

indüksiyon 130
izolatör tanımlı
81 izotop 54

J

kavşak kuralı 97

Machine Translated by Google

K

Keynes, John Maynard16

L

ışık
tanımlı 24
döngükuralı 102

M

manyetik alan 126
tanımlanmış 127
manyetostatik 128
22
maddenin kütle
korunumu tanımlanmış 24

Maxwell, James Clerk 132
Mendeleyev, Dmitry 26
Millikan, Robert 28
millirem (birim) 65
moment dipol 116
monopol manyetik
126

N

nötr (elektriksel olarak) 19
Newton 130
Newton, Isaac 15
nükleer kuvvetler 56, 140
çekirdek keşfi 46

Ö

ohmik
tanımlı 81
açık devre 75

P

paralel devre
tanımlı 86
polarizasyon 134

Q

nicemleme 28

R

radar 125
kuru üzümlükurabiye modeli
35 rem (birim) 65 direnç
tanımlanmış 80 paralelde 97
seride 101
özdirenç
tanımlanmış
102 direnç 84
paralelde direnç 97

S

şematik 96
şematik 96
skolastisizm 23 ok
denizi gösterimi 113 seri devre
tanımlanmış
86 kısa devre
tanımlanmış
83 alanlarda batma 113
solenoid 129 alan
kaynakları 113 özel görelilik
63 spektrum elektromanyetik
135 güçlünükleer kuvvet 56
alanların süperpozisyonu
113 simetri 140

T

tesla (birim) 127
Thomson, JJ katot
ışın deneyleri 32 transformatör 133

İÇİNDE

Urban, Papa 23

İÇİNDE

volt (birim)
tanımlı 76
elektrik alanıyla
ilgili voltaj 118

İçinde

dalgalar
elektromanyetik 134
yerçekimi 114 zayıf nükleer
kuvvet 58, 140

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Fotoğrafa katkı verenler

Aş ağıda belirtilenler dış ında tüm fotoğraflar Benjamin Crowell'a aittir. Yıldız ile iş aretlenmiş krediler 20. yüzyılın baş larından telif hakları sona ermiş fotoğraf veya illüstrasyonlar.

Örtmek

Kedi nöronu: Batı Ontario Üniversitesi'nden Richard J. Harris'in izniyle.

Gaz pedalı: A.'nın izniyle Zachau, GSI.

Bölüm 1

Yıldırım: C. Clark/NOAA fotoğraf kitaplığı, telif hakkı yoktur.

JJ Thomson: Harper's Aylık, 1904.*

Millikan'ın aparat: Caltech.* Clark Millikan, 1891.* Robert Millikan.*

Bölüm 2

Kürler: Harper's Aylık, 1904.*

GAMMASFER: CJ Lister/RVF Janssens, telif hakkı yoktur.

Bölüm 3

bıçak balığı: Greg DeGreef'in izniyle.

Süper iletken hızlandırıcı segmenti: Argonne National'ın izniyle

ABD Enerji Bakanlığı için Chicago Üniversitesi tarafından yönetilen ve iş letilen laboratuvar sözleş me No. W-31-109-ENG-38.

Bölüm 6

Radar: ABD Ormancılık Servisi.

© 1998 Benjamin Crowell

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Machine Translated by Google

Faydalı Veriler

Metrik Önekler

M-	mega-	106
k-	kilo-	103
m-	milli-	10 –3
µ- (Yunanca) mikro-		10 –6
n-	nano	10 –9
p- f- 10 –15	pico- femto-	10 –12

(Santi-, 10-2, sadece santimetre olarak kullanılır.)

Notasyon ve Birimler

miktar	birim	sembol
mesafesi	metre, m	x, x
zaman	saniye, s	t, t
kitle	kilogram, kg	m
yoğunluk	kg/m3	ρ
kuvveti	Newton, 1 N=1 kg. m/s2	F
hız ivmesi	m/	içinde
	sm/	a
enerji	s2 joule,	VE
itme	J kg. m/	p
s açısal momentum	kg. m2 /s	L
periyodu dalga boyu frekansı	s	T
	m	ben
	s-1 veya	f
	Hz coulomb,	q
akım	C amper, A	ben
voltaj (potansiyel)	volt, V ohm, Ω	İÇİNDE
direnç		R
elektrik alanı	N/K E	
manyetik alan	tesla, 1 T=1 N. s/C. mB _	

Temel Sabitler

yerçekimi sabiti N. m2 /kg2 G=6.67x10 –11
Coulomb sabiti k=8.99x109 N. m2 /C2

yük kuantumu e=1.60x10 –19 C

ışık hızı c=3.00x108 m/s

manyetik alan sabiti µo =4πx10–7 T. m/A

Dönüşümler

SI ve diğer birimler arasındaki dönüşümler:

1 inç = 2,54 cm (tam olarak)
1 mil = 1,61 km

1 pound = 4,45 N

(1 kg). g = 2,2 libre

1 galon = 3,78x103 cm3

1 beygir gücü= 746 W
1 kcal* = 4,18x103 J

*Gıda enerjisinden bahsederken "Kalori" kelimesi 1 kcal anlamında kullanılır, yani 1000 kalori Yazılı olarak, büyük C harfi belirtmek için kullanılabilir.
1 Kalori=1000 kalori.

ABD birimleri arasındaki dönüşümler:

1 ayak	= 12 inç
1 yard	= 3 fit
1 mil	= 5280 fit

Dünya, Ay ve Güneş

vücut	kütlesi (kg)	yarıçap (km)	yörünge yarıçapı (km)
toprak	5.97x1024	6.4x103	1.49x108
ay	7.35x1022	1.7x103	3.84x105
güneş	1.99x1030	7.0x105	

Yörüngelerin yarıçapları ve yarıçapları ortalama değerlerdir. bu ay dünyanın yörüngesinde, dünya da güneş in çevresinde döner.

Atomaltı parçacıklar

parçacık	kütle (kg)	şarj	yarıçap (fm)
elektron	9.109x10-31	-ve	<~0.01
proton	1.673x10-27	+e	~1.1
nötron	1.675x10-27	0	~1.1
nötrino	~10 –39 kg?	0	?

Proton ve nötronların yarıçapları sadece verilebilir.
yaklaşık olarak, çünkübulanık yüzeylere sahiptirler. İçin
karşılaştırma, tipik bir atom yaklaşık bir milyon fm
yarıçap.